

THÈSE POUR OBTENIR LE GRADE DE DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ DE MONTPELLIER

En Sciences de L'Eau

École doctorale GAIA- Biodiversité, Agriculture, Alimentation, Environnement, Terre, Eau
Portée par

Unité mixte de recherche SENS- Savoirs, Environnement et Sociétés

Analyse de la dynamique de la vulnérabilité des ménages agricoles du système irrigué de Guédé à différents facteurs de stress

Présentée par Anne SILA
Le 15 septembre 2022

Sous la direction de François BOUSQUET
Co-encadrée par Françoise GERARD

Devant le jury composé de

Pierre JANIN, Directeur de recherche, IRD, UMR DEVSOC

Marie PIRON, Chercheuse HDR, IRD, UMR PRODIG

Alpha BA, Chercheur, ENSA Thiès

Bruno BARBIER, Chercheur, CIRAD, UMR G-EAU

François BOUSQUET, Directeur de recherche, CIRAD, UMR SENS

Françoise GERARD, Directrice de recherche, CIRAD, UMR SENS

El Hadj FAYE, Coordinateur ENDA Pronat

Rapporteur

Rapporteuse

Examineur

Examineur

Directeur de thèse

Co-encadrante

Invité



UNIVERSITÉ
DE MONTPELLIER

Résumé

Au cours des dernières décennies, l'irrigation s'est développée en Afrique Sahélienne en réponse aux contraintes hydro climatiques de la région. Son essor s'est intensifié suite aux épisodes de sécheresses entre 1970 et 1980. Après une période de réduction des investissements internationaux, elle connaît, depuis la crise alimentaire de 2008, un regain d'intérêt de la part des bailleurs de fonds internationaux et des États comme un moyen d'assurer la sécurité alimentaire et d'augmenter le niveau de vie des populations.

Malgré l'amélioration qu'ils apportent à la production agricole, les périmètres irrigués génèrent des risques sociaux, économiques et écologiques importants qui questionnent leurs impacts effectifs sur la vulnérabilité sociale, économique, environnementale et alimentaire des ménages agricoles.

Cette thèse s'inscrit dans cette problématique générale et étudie le cas particulier du système irrigué de Guédé (dans la Moyenne vallée du fleuve Sénégal). Elle analyse la dynamique de construction, d'évolution et de différenciation de la vulnérabilité des ménages agricoles du système irrigué de Guédé. Nous mobilisons pour cela une approche pluridisciplinaire et systémique couplant la socio histoire, l'économie des ménages et mobilisant l'agronomie.

Ainsi, après avoir retracé la trajectoire socio historique du système irrigué de Guédé pour en comprendre les dynamiques politiques, socio-économiques, écologiques. L'hétérogénéité des ménages est étudiée à travers l'analyse de leurs dotations en ressources. Puis, à partir d'une reconstitution de leurs revenus, des seuils de sécurité économique sont définis et les déterminants de la vulnérabilité à l'insécurité économique des ménages sont analysés. Les expositions et sensibilités aux facteurs de stress (économiques, agro environnementaux, climatiques...) exprimés par les ménages sont caractérisées et classées.

Ensuite, la synthèse de ces différents éléments nous permet de reconstituer des archétypes de vulnérabilités qui mettent en évidence les combinaisons de différents facteurs qui génèrent la vulnérabilité des ménages. Ils rendent compte des éléments qui fondent la construction, l'évolution, la dynamique et la différenciation de la vulnérabilité des ménages du système irrigué de Guédé, face aux multiples facteurs de stress.

Enfin, parce que nous considérons que la vulnérabilité n'est pas statique, nous proposons un modèle d'analyse dynamique de la vulnérabilité prenant en compte l'histoire, la géographie, la diversité des types de ménages, la vulnérabilité économique et les facteurs de stress, que nous appliquons aux différents archétypes. Les implications de ce modèle pour les politiques d'adaptation sont ensuite discutées.

Cette thèse décrit comment le processus historique de la mise en place des infrastructures hydro-agricoles à Guédé a entraîné des changements dans l'occupation de l'espace et a transformé les conditions d'accès aux ressources (terre, eau) par les différents groupes sociaux. Les dotations différenciées en ressources, qui découlent du système d'accès, conditionnent les opportunités et les contraintes des ménages pour satisfaire leurs besoins. L'analyse révèle une forte pauvreté et de fortes inégalités entre les ménages du système irrigué. Ces changements entraînent des réponses des populations qui créent des boucles de rétroactions générant des stress sur les ménages, les ressources, l'environnement et les structures sociales.

Au-delà du discours voulant afficher l'irrigation comme solution principale pour la sécurisation de la production et l'augmentation des revenus des ménages ruraux, cette thèse met en évidence une exacerbation de la vulnérabilité des ménages et permet de fournir une réflexion plus systémique et nuancée sur les mécanismes qui fondent la construction et l'évolution de cette vulnérabilité.

Face au regain d'intérêt que connaît l'irrigation ces dernières années, cette analyse attire l'attention sur la nécessité de prendre en compte l'hétérogénéité des schémas de vulnérabilité pour éviter une maladaptation et ainsi renforcer la résilience des populations qui cultivent dans les systèmes irrigués.

Mots clés : vulnérabilité, dynamique, ménages agricoles, système irrigué, facteurs de stress, Sénégal

Abstract

Over the last few decades, irrigation has developed in Sahelian Africa in response to the hydro-climatic constraints of the region. Its development intensified following the drought episodes between 1970 and 1980. After a period of reduced international investment, since the food crisis of 2008, it has received renewed interest from international donors and governments as a means of ensuring food security and increasing the standard of living of populations.

Despite the improvement in agricultural production, irrigated perimeters generate significant social, economic and ecological risks that raise questions about their actual impacts on the social, economic, environmental and food vulnerability of farming households.

This thesis is part of this general problem and studies the particular case of the Guédé irrigation system (in the Middle Senegal River Valley). It analyses the dynamics of the construction, evolution and differentiation of the vulnerability of agricultural households in the Guédé irrigated system. To do so, we use a multidisciplinary and systemic approach that combines socio-history, household economics and agronomy.

Thus, after tracing the socio-historical trajectory of the Guédé irrigated system in order to understand its political, socio-economic and ecological dynamics, the heterogeneity of households is studied through the analysis of their resource endowments. The heterogeneity of households is studied through the analysis of their resource endowments. Then, based on a reconstitution of their income, economic security thresholds are defined and the determinants of vulnerability to economic insecurity are analysed. The exposures and sensitivities to stress factors (economic, agro-environmental, climatic, etc.) expressed by the households are characterised and classified.

Then, the synthesis of these different elements allows us to reconstitute archetypes of vulnerability that highlight the combinations of different factors that generate household vulnerability. They reflect the elements that underpin the construction, evolution, dynamics and differentiation of household vulnerability in the Guédé irrigation system, in the face of multiple stressors.

Finally, because we consider that vulnerability is not static, we propose a dynamic analysis model of vulnerability that takes into account history, geography, the diversity of household types, economic vulnerability and stressors, which we apply to the different archetypes. The implications of this model for adaptation policies are then discussed.

This thesis describes how the historical process of the implementation of hydro-agricultural infrastructures in Guédé led to changes in the occupation of space and transformed the conditions of access to resources (land, water) by different social groups. The differentiated resource endowments that result from the system of access condition the opportunities and constraints of households to satisfy their needs. The analysis reveals high levels of poverty and inequality among households in the irrigated system. These changes lead to responses from the population that create feedback loops generating stress on households, resources, the environment and social structures.

Beyond the discourse that seeks to present irrigation as the main solution for securing production and increasing the income of rural households, this thesis highlights an exacerbation of household vulnerability and provides a more systemic and nuanced reflection on the mechanisms that underlie the construction and evolution of this vulnerability. In the face of the renewed interest in irrigation in recent years, this analysis draws attention to the need to take into account the heterogeneity of vulnerability patterns to avoid maladaptation and thus strengthen the resilience of populations cultivating in irrigated system.

Keywords: vulnerability, dynamics, agricultural household, irrigated system, stressors, Senegal

Remerciements

A la fin de cet exercice sinueux et enrichissant qui est la thèse et qui m'a permis de mieux prendre conscience de l'immensité du savoir, mais aussi qui m'a appris beaucoup sur moi-même, je tenais à remercier vivement toutes les personnes qui ont été là et qui ont permis l'aboutissement de ce travail.

A mon directeur de thèse, François Bousquet, cette personne remarquablement brillante que l'on surnomme secrètement « *Super Chercheur* » (ça y est tu es au courant). Je ne saurais d'ailleurs pas par où commencer, tellement les mots pour te qualifier se bousculent dans ma tête. Notre aventure dans la recherche a commencé avec mon stage de master ou la qualité de tes interactions, ton humanité m'ont conforté sur mon envie d'en savoir plus sur le monde de la recherche, aventure qui s'est poursuivie avec cette thèse.

J'ai rarement vu quelqu'un qui réunît à la fois autant de qualités intellectuelles et une si grande intelligence émotionnelle. Merci pour l'apprentissage scientifique, mais aussi humaine, merci pour la disponibilité, la patience face à mes remises en question permanentes, mes doutes, et merci pour la constance dans ton engagement en tant qu'encadrant. Tu as, avec toute la finesse qui te caractérise toujours réussi à m'orienter et me rédiger quand j'étais perdue. Ces mots ne sont pas du « Prêt à porter¹ ». Merci pour tout ce que tu m'as transmis.

A ma co-encadrante de thèse Françoise Gérard pour m'avoir appris aujourd'hui ce que je sais de l'économie. Ta pédagogie et la passion que tu donnes dans ce que tu fais m'a beaucoup orienté dans cette thèse. Ta sensibilité face aux conditions des agriculteurs et tes réflexions sur l'amélioration de leurs conditions de vie me touchent particulièrement.

Merci pour les bonnes tartes au chèvre quand j'étais affamée pendant la rédaction et pour les belles balades dans la garrigue à Saint Martin de Londres.

A William's Daré pour sa disponibilité à chaque fois que je toquais à sa porte pour faire semblant de lui proposer naïvement une pause thé, mais au fait ou je profitai de son expérience sur le terrain et de ses retours critiques qui donnent toujours un coup de lumière à ma réflexion. Merci pour tes relectures et tes conseils toujours d'actualité.

Je tiens à dire un grand merci à Muse qui a financé cette thèse et au Cirad qui m'a accueilli. Mes remerciements vont aussi à toute l'équipe du projet Après infrastructure de m'avoir permis d'effectuer cette thèse sous leur bienveillance. Alpha, El Hadj, Amandine, merci pour l'accompagnement, les échanges et les riches moments passés ensemble sur le terrain où j'ai pu bénéficier de votre expérience.

Un grand merci à ENDA pour la collaboration tout au long de cette thèse.

Je tiens à adresser aussi mes remerciements aux membres du comité de thèse : Olivier Barreteau, Alpha Ba, Benoit Lallau, Marcel Kupper pour leur suivi régulier et bienveillant. Vos conseils et vos connaissances pluridisciplinaires ont beaucoup orienté cette thèse.

¹ Pour dire une expression toute faite. C'est une expression sénégalaise traduite en français qui a beaucoup fait sourire François

Un grand merci à cette merveilleuse équipe qui est « Green », cette équipe magique qui est un véritable concentré de gentillesse et de bienveillance qui m'a accueilli et m'a enrichi tout au long de cette thèse. A Aurélie pour son combat quotidien pour que tout le monde se sente bien dans cette équipe. Merci à Abi pour les échanges sur les trajectoires et d'avoir baptisé ma thèse « l'orchestre de la vulnérabilité ». Merci à Nathalie et Léna pour leur accueil et efficacité. Merci à vous tous qui avez nourri ma réflexion et ma quête d'une connaissance pluridisciplinaire.

J'adresse mes remerciements aux rapporteurs de cette thèse, Marie Piron et Pierre Janin aux examinateurs Bruno Barbier et Alpha Ba. Je suis honorée que vous ayez accepté de participer à mon jury, et de me faire bénéficier de vos retours, de vos expériences et de vos disciplines.

Cette thèse n'aurait pu aboutir sans ces courageux et disponibles agriculteurs et tous ces acteurs du terrain qui ont donné de leur temps et avec qui j'ai travaillé sur le terrain pendant plusieurs mois. Merci à la « team des enquêteurs » avec qui j'ai bravé le chaud soleil de Guédé et avec qui je partageais les thés du soir pour débriefer de la journée : Abdourahmane, Moussa, Djiby, Ibrahima, Guira, Omar. Merci à Martin et à toute l'équipe de Enda Pronat sur le terrain qui a beaucoup facilité mon intégration et la logistique du terrain. « *Ala DIARAMA* ».

Un grand merci à cette magnifique famille « Ba » qui m'a accueillie sur le terrain et qui est devenue ma famille adoptive. J'ai passé avec vous des mois heureux dans la simplicité et la bonne humeur.

A toute ma famille qui a toujours soutenue et encouragée durant toutes mes interminables études. Mon Papoune d'amour qui a toujours cru en moi-même quand je n'y croyais plus, et qui a relu ce manuscrit. A mon frère Félix, à Germaine cette grande sœur toujours protectrice, à ma Sophie qui m'apporte toujours de bonnes ondes, même quand la thèse me retournait la tête.

Merci à Christophe qui m'a toujours soutenu et encouragé à faire cette thèse et à toute la famille Camilleri pour leur douce folie. Une pensée à notre cher René.

« The last but not the least », un grand merci à tous ces gens qui partagent ma vie au quotidien et qui ont accompagné cette thèse. A ma team « les bichettes », les engagées, les féministes, les canons avec qui j'ai fait ce chemin de la thèse jusqu'au bout, Jul's, Dédé, MJ, Mariline, Chloé, Faustine, Elodie. Merci pour l'écoute, la joie de vivre, les fous rires. Merci d'avoir partagé mes moments de doutes, mes crises existentielles. Merci de votre douce présence. A Mathieu pour sa patience, à toute cette team avec qui j'ai partagé des moments riches en échanges en rires, en réflexions parfois très profondes en bières, en mafé, Thib le Frère, JB, Anna, Simon, Tara, Max qui ont tous participé à rendre douce cette aventure de la thèse.

Merci à vous tous pour votre présence durant ces années de la thèse

Sommaire

Résumé	2
Abstract	3
Remerciements	4
Sommaire	6
Liste des sigles et abréviations	9
Liste des tableaux	11
Liste des figures	12
Liste des cartes	14
Liste des annexes	15
Introduction	16
Contexte	16
Problématique.....	18
Démarche méthodologique.....	19
Structure de la thèse	21
Chapitre 1. La vulnérabilité, un processus dynamique dans le temps et dans l'espace 27	
Introduction	27
1. La vulnérabilité, une notion complexe : approches et écoles de pensées	28
2. La relation de la vulnérabilité à d'autres concepts : adaptation et résilience	40
3. La vulnérabilité à plusieurs facteurs de stress : vers une analyse dynamique de la vulnérabilité	45
Conclusion.....	49
Chapitre 2 : l'irrigation dans la vallée du fleuve Sénégal histoire, évolutions et bilans	53
Introduction	53
1. L'irrigation dans la vallée du fleuve Sénégal, genèse et dynamique.....	53
2. Organisation et structure actuelle du système de production de l'irrigation	62
3. Des bilans quelque peu contrastés	72
Conclusion.....	76
Chapitre 3 : Cadre d'analyse et méthodologie de collecte et d'analyse des données.... 79	
Introduction	79
1. Un cadre d'analyse systémique à la croisée de plusieurs cadres.....	79
2. Le terrain et protocole de collectes des données	88
Conclusion.....	103

Chapitre 4 : la trajectoire socio historique du système irrigué de Guédé, une histoire de transformations systémiques.....	106
Introduction	106
1. Les périodes marquantes dans les transformations du système irrigué	107
2. Répartition des ménages enquêtés à travers ces 6 périodes et interprétation des problématiques soulevées	124
Conclusion.....	128
Chapitre 5. Caractérisation de la diversité des ménages : une typologie socio historico économique.....	131
Introduction	131
1. Construction de la typologie.....	132
2. Résultats de la typologie : types de ménages retenus.....	139
3. Une répartition spatiale des types à l'intérieur des villages	149
Conclusion.....	150
Chapitre 6 : Facteurs de stress perçus et vulnérabilité des différents groupes à de multiples facteurs de stress	153
Introduction	153
1. Caractérisation des facteurs de stress et interprétation de leurs interactions	154
2. Vulnérabilité des différents groupes aux facteurs de stress.....	164
Conclusion.....	169
Chapitre 7. Les déterminants de la vulnérabilité à l'insécurité économique : une analyse par les classes de revenus.....	172
Introduction	172
1. Analyse du profil des revenus	173
2. Méthodes d'analyse de la différenciation des revenus des ménages	177
3. Les facteurs explicatifs de la différenciation des revenus.....	181
Discussion conclusion.....	207
Chapitre 8 : Vers une catégorisation des archétypes de vulnérabilité : une approche dynamique de la vulnérabilité.....	213
Introduction	213
1. Synthèse des résultats et proposition d'archétypes synthétiques	215
2. Proposition d'un modèle d'analyse dynamique de la vulnérabilité et application sur les archétypes.....	222
3. Application du modèle dynamique aux archétypes	225
Conclusion.....	230
Conclusion /Discussion	232

1. Démarche générale de la thèse et résultats principaux	232
2. Implications de nos résultats sur les politiques et actions d'adaptation	238
3. Positionnement de notre travail sur le débat des impacts des systèmes irrigués.....	242
4. Perspectives et limites.....	247
Bibliographie.....	253
Annexes.....	274

Liste des sigles et abréviations

AI	Aménagement Intermédiaire
ANCAR	Agence
ANSD	Agence Nationale de la Statistique et de la Démographie
ACP	Analyse en Composantes Principales
ASPS	Association Sénégalaise de Producteurs de Semences
ANOVA	Analyse de Variance
BAME	Bureau d'Analyses Macro-économiques
CAH	Classification Ascendante Hiérarchique
CIRAD	Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement
CNCAS	Caisse Nationale de Crédit Agricole du Sénégal
CNCR	Cadre National de concertation des Ruraux
CIRIZ	Comité Interprofessionnel du Riz
CNFTI	Comité national de concertation pour la filière tomate
CORAD	Coopérative Agricole de développement
CSC	Contre Saison Chaude
CSF	Contre Saison Froide
ENDA	Environnement Développement Action
EPIC	Etablissement Public à Caractère Industriel et Commercial
FAO	Organisation pour la Nourriture et l'agriculture
FCFA	Franc des Colonies Françaises D'Afrique
FMI	Fond Monétaire International
GANT	Grands Aménagements Non Transférés
GAT	Grands Aménagements Transférés
GIE	Groupement d'Intérêt Economique
GIECC	Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat
GREEN	Gestion des ressources renouvelables et Environnement
INSTAT	Institut National de la Statistique
INSSE	Institut National de Statistique et des Etudes Economiques
LPDA	Lettre de Politique de Développement Agricole
LOASP	Loi d'Orientation Agro Sylvo- Pastorale
MAS	Mission d'Aménagement du Sénégal

NPK	Azote-phosphore-potassium
NPA	Nouvelle Politique Agricole
OAD	Organisation autonome du Delta
OAV	Organisation autonome de la vallée
ONCAD	Office national de Coopération et d'Assistance pour le Développement
OMVS	Organisation pour la Mise en valeur du Fleuve Sénégal
OPB	Organisation Paysanne de Base
PIB	Produit Intérieur Brut
PIP	Périmètre Irrigué Privé
PIV	Périmètre Irrigué Villageois
PNAR	Programme Nationale pour l'Autosuffisance en Riz
PRACAS	Programme d'Accélération de la Cadence de l'Agriculture Sénégalaise
SAED	Société d'Aménagement et d'exploitation du Delta Fleuve Sénégal
SAU	Surface Agricole Utile
SH	Saison Hivernale
SES	Système Socio Ecologique
SOCAS	Société de Conserves Alimentaires au Sénégal
UH	Union Hydraulique
UBT	Unité Bétail Tropical
USAID	Agence Américaine pour le Développement international

Liste des tableaux

Tableau 1 : Périmètres irrigués par catégorie (SAED, 2013 ; 2014)	64
Tableau 2 : Répartition des aménagements dans la vallée du fleuve Sénégal (SAED, 2012) .	67
Tableau 3 : Répartition des ménages enquêtés en fonction du nombre de ménages total de chaque village	99
Tableau 4 : Répartition des ménages par période d'installation.....	124
Tableau 5 : Répartition des superficies en fonction des ménages	127
Tableau 6 : Variables sélectionnées pour la typologie	134
Tableau 7 : Corrélations entre les variables et les facteurs après rotation Varimax :	137
Tableau 8 : Contributions des variables (%) après rotation Varimax :.....	137
Tableau 9 : Corrélations entre les axes et la variable supplémentaire période d'installation	137
Tableau 10 : Moyennes et coefficients de variations des variables actives retenues par type pour décrire les types de ménages.....	143
Tableau 11 : Catégories de stress	157
Tableau 12 : Répartition des différents facteurs de stress selon les types de ménages	166
Tableau 13 : Répartition des classes de vulnérabilité à l'insécurité économique.....	176
Tableau 14 : Distributions moyennes des variables liées aux capitaux (les valeurs entre parenthèses représentent les coefficients de variation).....	182
Tableau 15 : Variables des différents capitaux présentant une significativité pour les tests Anova et Kruskal Wallis.....	184
Tableau 16 : Distributions moyennes des variables liées au système de production (les valeurs entre parenthèses représentent les coefficients de variation).....	190
Tableau 17 : Variables du système de production agricole présentant une significativité pour les tests Anova et Kruskal Wallis.....	191
Tableau 18 : Variables significatives pour les revenus agricoles nets des différentes productions.....	193
Tableau 19 : Variables significatives pour la productivité agricole par jour de travail	195
Tableau 20 : Distributions moyennes des variables liées à la structure des revenus par ménage (les valeurs entre parenthèses représentent les coefficients de variation)	205
Tableau 21 : Structure des revenus des différents classes de vulnérabilité à l'insécurité économique.....	205
Tableau 22 : Tableau récapitulatif des chapitres précédents	216

Liste des figures

Figure 1 : Le modèle risque aléa. Traduction personnelle. SILA 2022.....	29
Figure 2 : Le modèle « pressure and release » (PAR).....	33
Figure 3: Approche par les droits (adapté de Bonvin et Farvaque 2006).....	34
Figure 4: Modèle d'analyse multidimensionnelle de Turner et al. 2003.....	39
Figure 5 : Profil transversal du lit majeur et occupation des espaces agricoles dans la vallée du fleuve Sénégal. Source : Bruckman et Beltrando 2013.....	55
Figure 6 : Cadre conceptuel du système socio écologique.....	82
Figure 7 : Système irrigué de la cuvette de Guédé. Sila 2022	84
Figure 8 : Démarche méthodologique et de collecte des données.....	101
Figure 9 : Organisation de l'espace dans le système traditionnel de la moyenne vallée	110
Figure 10: Frise chronologique depuis le début des aménagements à nos jours. Les cadres en gris représentent les événements à l'échelle nationale, les cadres en jaune décrivent les changements à l'échelle du système irrigué de Guédé. Les cadres rouges sont les grandes crises et perturbations à l'échelle du système irrigué déclarées par les populations locales.....	123
Figure 11 : Répartition des périodes d'installations par village.....	125
Figure 12 : Pourcentage de la variance par composante après rotation Varimax	136
Figure 13 : Dendrogramme de partition des ménages en sous-groupes.....	139
Figure 14 : Profil du type 1 sur les axes.....	140
Figure 15 : profil du type 2 sur les axes	140
Figure 16 : Profil du type 3 sur les axes.....	141
Figure 17 : Profil du type 4 sur les axes.....	141
Figure 18 : profil du type 5 sur les axes	141
Figure 19 : Profil du type 6 sur les axes.....	142
Figure 20 : Profil du type 7 sur les axes.....	142
Figure 21 : Répartition des périodes d'installations par type. Test de Khi ² , P=0,000.....	144
Figure 22 : Récapitulatif des types de ménages du système irrigué de Guédé	148
Figure 23 : Répartition des types par village. Test de Khi ² . P>0,0001.....	149
Figure 24 : Différents facteurs des stress évoqués par les ménages	155
Figure 25 : Répartition des facteurs de stress déclarés lors des 10 dernières années.....	156
Figure 26 : Typologie des stress déclarés sur les 10 dernières années	158
Figure 27 : Interactions entre les différents facteurs de stress.....	163
Figure 28: Répartition des facteurs de stress selon les types de ménages.....	165
Figure 29 : Répartition des facteurs de stress selon la période d'installation	167
Figure 30 : Répartition spatiale des facteurs de stress.....	168
Figure 31 : Box plot des variables utilisées pour l'analyse des capitaux. Les croix rouges représentent les moyennes pour chaque classe	183
Figure 32 : : Box plot des variables utilisées pour l'analyse du système de production. Les croix rouges représentent les moyennes pour chaque classe	189
Figure 33 : Répartition des niveaux de contribution des cultures à l'insécurité économique par classe de revenu. Test de Khi ² effectué : P<0,029.....	198
Figure 34: Cultures contribuant fortement à l'insécurité économique des ménages	199
Figure 35 : Cultures contribuant modérément à l'insécurité économique des ménages	199
Figure 36 : Cultures contribuant à la sécurité économique des ménages	200
Figure 37 : Répartition des cultures selon leur contribution à la sécurité économique des ménages des différentes classes	202

Figure 38 : : Box plot des variables utilisées pour l'analyse des revenus. Les croix rouges
représentent les moyennes pour chaque classe204

Figure 39 : Modèle circulatoire de la vulnérabilité dynamique des ménages agricoles du
système irrigué de Guédé225

Liste des cartes

Carte 1 : Carte de la vallée du fleuve Sénégal.....	54
Carte 2 : Cartographie du parcellaire agricole du système irrigué de Guédé	83
Carte 3 : Différents périmètres du système irrigué de Guédé	90
Carte 4 : Carte des infrastructures permettant de retracer la trajectoire des exploitants des ménages enquêtés.....	95
Carte 5 : Carte de la cuvette avec irrigation gravitaire.....	113
Carte 6 : Les différents périmètres du système irrigué de Guédé	118

Liste des annexes

Annexe 1 : Guide d'entretien agriculteurs.....	274
Annexe 2 : Guide d'entretien institutions locales, services techniques et ONG	276
Annexe 3 : Guide d'entretien trajectoires des ménages agricoles.....	277
Annexe 4 : Questionnaire socio-économique des ménages	279
Annexe 5 : Localisation des ménages enquêtées et répartition entre les villages. Visualisation à partir de Open street map.....	301
Annexe 6 : Localisation des ménages enquêtées et visualisation à partir de Open street map, focus sur le village de Guédé Chantier	301
Annexe 7 : Métadonnées de la base socio-économique.....	302
Annexe 8 : Document commission Guernut de 1939.....	309
Annexe 9 : Evolution du peuplement de 1942 à 1956.....	310
Annexe 10 : Matrice de corrélation des variables choisies pour la typologie	311
Annexe 11 : Variables supplémentaires de la typologie.....	312
Annexe 12 : Moyennes et coefficients de variations des différentes variables interrogées...314	
Annexe 13 : Valeurs de référence par culture.....	318
Annexe 14 : Contribution des différentes cultures à l'insécurité économique	319
Annexe 15 : Poster socio histoire du système irrigué de Guédé	331
Annexe 16 : Poster vulnérabilité à l'insécurité économique	332
Annexe 17 : Poster sur la rémunération journalière du travail familial par culture	333
Annexe 18: Poster justice environnementale	334
Annexe 19 : Valorisation des recherches menées.....	335

Introduction

Contexte

Le Sénégal, de par sa position géographique, bénéficie d'une pluviosité non négligeable, mais mal répartie dans le temps et dans l'espace (Le Borgne, 1988). Son climat de type sahélien le soumet à des contraintes hydrologiques liées à l'irrégularité des précipitations en quantité et en fréquence. Comme l'ensemble des pays du Sahel, il a connu au cours des années 1950 une pluviométrie abondante, suivie par des épisodes de sécheresse récurrentes au milieu des années 1960. Pour un pays où traditionnellement le système de production des cultures vivrières assurait la nourriture des populations rurales et urbaines (Bryant, 2006), cette période de sécheresse a été remarquable par l'ampleur de ses effets sur la productivité et sur la quantité et la qualité des stocks alimentaires et semenciers de toutes les cultures (Ndong, 1995; Sagna, 1995).

L'agriculture occupe 50% de la population active sénégalaise et constitue la source de revenu de la plupart des ménages ruraux (ANSD, 2020), mais pour ce système de production essentiellement pluvial et saisonnier, les risques climatiques qui pèsent sur cette agriculture et les populations qui en dépendent sont évidents.

En milieu sahélien aride, la mise en place de l'irrigation constitue un recours privilégié pour réduire le déficit céréalier et sécuriser les revenus agricoles. Disposant (avec la Mauritanie, la Mali et la Guinée), de la deuxième plus grande réserve d'eau douce de l'Afrique de l'ouest grâce à un fleuve long de 1800km, le Sénégal bénéficie d'un potentiel de terres irrigables de l'ordre de 350.000 hectares (Cabral, 2012) pour l'ensemble du bassin du fleuve Sénégal, dont 250.000 ha sur la seule rive sénégalaise (Boutillier, 1989).

Les potentialités de l'agriculture ont été mises en évidence dès la première moitié du 19ème siècle (Boivin et al., 1994) avec les premières expérimentations agricoles à Richard Toll dans la vallée du fleuve Sénégal.

Dans cette zone de la vallée du fleuve Sénégal, la disponibilité en eau et en terres offre de grandes potentialités pour l'agriculture. Cette région est également considérée comme ayant de bonnes aptitudes pédologiques en particulier pour la riziculture (Barreteau, 1994). Elle est présentée comme une zone à « *haut potentiel productif au cœur du sahel* » (Bonneau, 2001).

Pour répondre à la forte incertitude et aux conditions hydro climatiques contraignantes, le développement des cultures irriguées dans la vallée du fleuve Sénégal est apparu comme un

choix susceptible de sécuriser, d'accroître la production agricole afin de satisfaire les besoins croissants et améliorer la sécurité alimentaire (Mathieu, 1990). Pendant la période coloniale, la tentative de développement de l'irrigation par le colonisateur traduisait déjà des ambitions de développement agricole.

A partir des indépendances, des aménagements hydrauliques structurants autour du fleuve ont été engagés. L'irrigation était adoptée et présentée comme un modèle de production qui devait permettre de promouvoir l'agriculture intensive et productive, lutter contre la pauvreté et l'insécurité alimentaire, et répondre aux effets de la variabilité climatique (Tapsoba, 2020). L'ambition agro-économique de l'Etat après les indépendances s'est traduite par la maîtrise de l'eau avec la création de barrages et l'aménagement de périmètres irrigués. Ceci s'est d'abord concrétisé dans le delta du fleuve Sénégal avec l'aménagement de cuvettes en submersion contrôlée. La période des sécheresses qui a connu son paroxysme en 1973 déclencha le renforcement de la culture irriguée avec un vaste programme d'infrastructures hydro-agricoles qui s'étend désormais sur toute la vallée du fleuve. Ainsi, dans la moyenne vallée du fleuve Sénégal, l'irrigation qui était presque inexistante a connu une croissance soutenue à partir de 1975. A partir de cette période, la vallée du fleuve Sénégal connaît une révolution agraire tant au plan agricole, technique, social qu'institutionnel (Le Roy, 2000).

La création en 1986 du barrage de Diama pour empêcher la remontée de la langue salée et en 1988, du barrage de Manantali pour réguler les débits écoulés et permettre la production d'électricité et la navigabilité du fleuve étaient une des affirmations même de cette révolution. Ces barrages, construits sous l'égide de l'Organisation pour la Mise en Valeur du fleuve Sénégal (OMVS) qui regroupe les Etats riverains, modifient radicalement les conditions de la production dans la vallée (Boutillier, 1989; Ndiaye, 2003). Ces infrastructures de maîtrise de l'eau ont précipité la mise en place des périmètres irrigués dans la vallée.

La décennie 1980 et le début de celle de 1990 furent marquées par les plans d'ajustements structurels qui ont amené l'Etat Sénégalais à se désengager de la gestion de l'irrigation et à libéraliser l'économie. Le désengagement brutal de l'État a bouleversé l'organisation avec des acteurs qui devaient prendre le relais de l'Etat en amont et en aval de la production agricole. La libéralisation quant à elle remettait en cause les subventions aux intrants, au crédit, et le soutien aux prix des produits (Bélières, 1999).

Tous les investissements consentis dans la mise en place d'infrastructures hydro-agricoles étaient destinés à substituer progressivement l'irrigation aux agricultures traditionnelles

notamment l'agriculture de décrue, et à hisser la culture irriguée au premier rang des systèmes de production agricoles. La possibilité de sécuriser l'accès à la ressource en eau pour la production agricole est un facteur clef de la sécurité alimentaire des populations locales et nationales (Bonneau, 2021). Ces aménagements ont suscité des espoirs de réduction de la pauvreté et de façon plus ambitieuse des espoirs de développement et d'autosuffisance alimentaire pour cette région où les conditions climatiques peuvent être hostiles. La promotion de l'agriculture irriguée a toujours été perçue comme un moyen de renforcer la sécurité alimentaire, de réduire la pauvreté et d'améliorer les conditions de vie des populations.

Problématique

Mais très vite la construction et l'entretien des périmètres irrigués du secteur public se sont montrés très onéreux et leurs performances parfois décevantes. Au plan macro-économique, l'irrigation génère des bénéfices substantiels, mais au plan micro-économique, les revenus générés ne permettent pas de couvrir les coûts de l'irrigation supportés par les agriculteurs (Cabral, 2012; Tapsoba et al., 2018).

Les augmentations de production ont été plus faibles que prévues et les systèmes se sont avérés non durables en raison des prix très bas des produits et des coûts élevés d'opération et de maintenance (FAO 2008).

Plusieurs travaux montrent que malgré l'amélioration que les infrastructures irriguées apportent à la production agricole, elles étaient loin de répondre aux espoirs suscités voire accroissent la vulnérabilité économique, sociale, politique ou environnementale des agriculteurs (Lorant-Plantier et Pech, 2011; Le Roy, 2007; Schmitz, 2008). Les travaux de Boivin et al. (1995), et de Bélières et al. (2011) montrent également que la mise en place des 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. La transformation des conditions d'accès à la ressource en eau et les modifications des systèmes de productions s'accompagnent de profonds bouleversements écologiques, mais aussi économiques et sociaux. Ces différents bilans soulèvent une controverse sur l'impact économique, social, et écologique des aménagements (Daré, 1998; Adamczewski et al., 2011; De Schutter, 2011; Venot et al., 2017).

Cependant, depuis la crise alimentaire de 2008, les aménagements hydro agricoles connaissent un regain d'intérêt de la part des bailleurs de fonds internationaux et des États comme un moyen d'assurer la sécurité alimentaire et d'augmenter le niveau de vie des populations

(Barbier *et al.*, 2011; Le Roy, 2004; Schmitz, 2008b). Il paraît important de questionner l'impact de ces aménagements sur la vulnérabilité des ménages qui cultivent dans ces systèmes irrigués (Sila *et al.*, 2022).

Cette thèse s'inscrit dans la problématique générale de la vulnérabilité des ménages agricoles qui cultivent dans les périmètres irrigués.

L'objectif de cette thèse est d'analyser la vulnérabilité dynamique des ménages face aux transformations socio-environnementales du système irrigué de Guédé au Nord du Sénégal où fut construit l'un des premiers périmètres irrigués du Sénégal. Le système irrigué de Guédé qui fait l'objet de cette étude est situé dans le département de Podor dans la moyenne vallée du fleuve Sénégal. Il est le premier périmètre irrigué de la moyenne vallée du fleuve Sénégal avec de l'irrigation en submersion contrôlée et a connu une trajectoire d'aménagements et de restructurations en plusieurs périodes.

Dans cette zone, le système agraire traditionnel s'est longtemps basé sur l'agriculture pluviale et l'utilisation des crues dont la submersion saisonnière de la plaine inondable (*walo*) et des berges (*falo*), était à l'origine d'un riche système agro-halio-sylvo-pastoral (Lericollais, 1976; Boutillier and Schmitz, 1987; Boutillier, 1989; Bruckmann, 2018a). L'intensification agricole promue depuis plusieurs décennies d'abord par l'action coloniale puis gouvernementale a pu modifier la structure socio-spatiale et le système de production agricole.

A travers l'analyse des dynamiques (construction, évolution, différenciation) de la vulnérabilité, ce travail interroge les effets de la mise en place des systèmes irrigués et ses impacts sur l'exposition, la sensibilité à différents facteurs de stress, et la capacité des ménages agricoles qui cultivent dans ces systèmes à assurer leurs moyens d'existence, à s'adapter et faire face à des chocs ou changements.

La question centrale de cette thèse est de savoir :

Dans quelle mesure la mise en place de l'irrigation peut avoir modifié les configurations socio-spatiales, économiques des ménages et participer à la construction, l'évolution et la réduction de la vulnérabilité des ménages agricoles du système irrigué de Guédé ?

Démarche méthodologique

Bien que les études sur la vulnérabilité se soient multipliées (Janssen *et al.*, 2006), très peu d'entre elles ont cherché à combiner les facteurs socio-économiques avec une perspective

historique pour mieux comprendre les contextes et les racines de la vulnérabilité (Bankoff, 2003). Également beaucoup de travaux sur la vulnérabilité des ménages sont concentrés sur l'impact de variables climatiques ou sur le lien avec la pauvreté. Ce focus masque cependant la vulnérabilité à d'autres facteurs de stress importants (O'Brien et al., 2009a). En Afrique subsaharienne des travaux récents montrent que la vulnérabilité des ménages est causée aussi par une diversité de facteurs biophysiques, socio-économiques, culturels et politiques (Rurinda et al., 2014).

Nous² comprenons la vulnérabilité comme un processus dynamique qui relève du résultat des interrelations entre, d'une part, l'exposition à différents aléas, et la sensibilité des ménages à ces aléas, et d'autre part, les spécificités des configurations et de dynamiques socio-économiques locales dans leurs capacités d'adaptation (Turner *et al.*, 2003; Spiegelberger *et al.*, 2018).

La réflexion sur la construction et la dynamique de la vulnérabilité mobilisée dans le cadre cette thèse cherche à analyser dans une perspective systémique comment les processus, les changements et les perturbations dans le temps et dans l'espace peuvent expliquer les mécanismes à la source des vulnérabilités des ménages du système irrigué de Guédé, et comment les interactions entre les éléments du système peuvent créer de nouvelles vulnérabilités, renforcer celles existantes ou au contraire accroître les capacités d'adaptation des ménages. Nous parlons là, non pas d'une vulnérabilité spécifique, mais d'un ensemble de vulnérabilités qui résultent d'interactions dans le temps et dans l'espace entre les différents éléments du système que nous étudions.

La vulnérabilité est le résultat de multiples facteurs de stress issus d'interactions entre différents processus dans de multiples contextes qui s'expriment à diverses échelles spatiales et temporelles, et l'analyse de la vulnérabilité doit refléter ces réalités complexes (Vogel et O'Brien 2004; Turner et al., 2003).

Pour analyser cette vulnérabilité multidimensionnelle, nous mobilisons une approche pluridisciplinaire et systémique couplant la socio histoire, l'économie et mobilisant des éléments de l'agronomie.

Nous avons choisi de combiner plusieurs cadres d'analyses permettant de saisir au mieux le caractère dynamique de la vulnérabilité :

² Le « Nous » sera utilisé tout au long du texte car ce travail a été fait dans le cadre d'un projet, Mais toutes les choses qui sont présentées sont des actions que j'ai faite ou parfois en collaboration avec les membres du projet, mais j'ai toujours participé à la décision.

- ✚ L'approche des trajectoires (Spiegelberger et al., 2018) est mobilisée pour analyser dans une perspective diachronique les changements politiques, économiques, sociaux, environnementaux intervenus depuis la mise en place de l'irrigation et examiner leurs liens dans la construction, l'évolution et la différenciation de la vulnérabilité des ménages (Sila et al., 2022).
- ✚ Le cadre des moyens d'existence est mobilisé (Chambers et Conway, 1991; Ellis, 1998; Scoones, 1998) pour comprendre la structure des ressources, leurs accès et les stratégies que les ménages mettent en place, permettant de déterminer les facteurs explicatifs de la différenciation des ménages dans leurs capacités à faire face à des stress.
- ✚ Le cadre de la vulnérabilité multidimensionnelle (Turner *et al.*, 2003) pour analyser les interactions entre les éléments du système et comprendre les processus par lesquels les différents éléments interagissent pour façonner la vulnérabilité des ménages.

Ensuite, en partant de la synthèse des différents éléments issus des différents chapitres nous proposons des archétypes de vulnérabilités permettant de prendre en compte et d'expliquer l'hétérogénéité et la différenciation de la vulnérabilité des ménages du système irrigué de Guédé. Cette approche des archétypes questionne la causalité, permet de comprendre le lien processuel et explique comment un facteur peut générer différents résultats à travers différents processus (Oberlack et al., 2016).

Enfin, parce que nous considérons que la vulnérabilité n'est pas statique, nous proposons un modèle dynamique de la vulnérabilité des ménages à de multiples facteurs de stress que nous appliquons aux différents archétypes. Ce modèle d'analyse dynamique s'inspire des différents cadres d'analyses mobilisés (approche des trajectoires, le cadre des moyens d'existences, le cadre de la vulnérabilité multidimensionnelle) et de notre expérience personnelle.

Nous discutons enfin les implications de ce modèle pour les politiques d'adaptations.

Structure de la thèse

Deux grandes parties structurent la thèse :

La première partie présente le contexte, les concepts, les données et les méthodes. Elle est constituée de 3 chapitres :

- ✚ Le chapitre 1 fait le point sur les connaissances existantes sur les approches de la vulnérabilité. Les orientations épistémologiques qui expliquent des divergences dans les pratiques méthodologiques et dans les définitions de la vulnérabilité sont exposées. Les traditions de recherche sur la vulnérabilité sont passées en revue et les contextes dans lesquels le concept de vulnérabilité s'est développé et a évolué est également retracé.
- ✚ Le chapitre 2 retrace dans sa première partie la genèse, l'évolution et les dynamiques de l'irrigation dans la vallée du fleuve Sénégal. En deuxième partie, nous dressons le portrait de la nouvelle reconfiguration du système social, agricole de production issu de ces aménagements. Enfin la troisième partie dresse le bilan de ces décennies d'aménagements.
- ✚ Le chapitre 3 présente le cadre d'analyse et la méthode de collecte des données. D'abord, à partir de la réalité du terrain, nous proposons une conceptualisation du système irrigué étudié. Ensuite, les cadres d'analyses mobilisés pour analyser la vulnérabilité dans une perspective, pluridisciplinaire, systémique, et dynamique sont présentés. Enfin, le terrain et la démarche de collecte des données est présenté.

La deuxième partie présente les résultats principaux de la thèse. Elle comprend 5 chapitres.

- ✚ Le chapitre 4 retrace la trajectoire socio-historique du système irrigué de Guédé pour comprendre les différents changements intervenus dans le territoire depuis la mise en place des aménagements et comment ces différents changements ont pu façonner le paysage actuel du système irrigué étudié. Ce chapitre met un accent particulier sur l'endogénéisation des déclarations des populations, décrit les grandes étapes de la mise en place des aménagements dans le système irrigué de Guédé et analyse la manière dont elle est argumentée et critiquée par les populations locales.
- ✚ Le chapitre 5 analyse la diversité des ménages à travers une typologie des ménages du système irrigué. Il procède à une catégorisation des moyens d'existence des ménages à travers l'analyse des différentes ressources des ménages pour comprendre

les déterminants dans la différenciation des ménages. Elle permet de comprendre comment les ménages combinent plusieurs de leurs ressources de subsistance.

- ✚ Le chapitre 6 interroge les facteurs de stress auxquels les ménages sont confrontés. L'idée d'analyser les facteurs de stress est de mettre en évidence que la vulnérabilité des ménages est causée par une diversité de facteurs biophysiques, socio-économiques, culturels et politiques. Dans notre analyse de la vulnérabilité, l'exposition et la sensibilité sont caractérisées en considérant les facteurs de stress déclarés par les ménages. D'abord, les facteurs auxquels les ménages déclarent être confrontés sont caractérisés, et les interactions entre différents stress sont analysés. Ensuite le processus par lequel, l'histoire, les dotations en ressources, les activités, et la géographie peuvent jouer dans la régulation ou la réparation des facteurs des stress au sein des ménages du système irrigué de Guédé est questionné.

En interrogeant ces différents facteurs de stress, ce chapitre permet de comprendre comment ceux-ci peuvent entraver les choix des moyens d'existence des ménages et leur capacité d'adaptation. Il permet aussi de comprendre comment la réponse à un type de stress exacerbe la vulnérabilité des ménages et de leurs moyens d'existences à d'autres types de stress.

- ✚ Parmi la diversité des facteurs de stress évoqués, le chapitre 7 fait un focus sur le stress économique et analyse la vulnérabilité à l'insécurité économique des ménages qui correspond pour nous au risque de se retrouver à un seuil de revenu insuffisant pour faire face à ses besoins ou à des chocs. D'abord les revenus des ménages sont reconstitués. Ensuite, une catégorisation des ménages en classes de revenus est effectuée en appliquant des seuils de sécurité économique. Enfin les facteurs de différenciation des revenus entre les catégories de ménages sont analysés et des tests permettant de valider la significativité des moyennes ont été appliqués. Ce chapitre qui questionne les déterminants de la vulnérabilité à l'insécurité économique des ménages vise à comprendre les facteurs qui expliquent que certains ménages s'en sortent mieux ou moins bien économiquement.

- ✚ Les chapitres précédents ont permis d'expliquer l'hétérogénéité et la complexité qui caractérisent la vulnérabilité des ménages du système irrigué. A partir de la synthèse

des différents chapitres, le chapitre 8 propose des archétypes de vulnérabilités. D'abord des archétypes synthétiques issus de notre analyse personnelle sont proposés. Enfin, à la suite de ces enseignements, ce chapitre propose un modèle d'analyse dynamique de la vulnérabilité qui a été appliqué aux archétypes.

Chaque chapitre de résultat est discuté et nous proposons ensuite une discussion générale sur les implications de notre méthodologie d'analyse pour les politiques d'adaptation et sur le débat sur les systèmes irrigués. Enfin, nous discutons nos résultats et présentons des perspectives à partir des conclusions de ce travail.

**PREMIERE PARTIE : CADRE D'ANALYSE ET
METHODOLOGIE**

Chapitre 1 : Avant-propos

Le chapitre 1 fait le point sur les connaissances existantes sur les approches de la vulnérabilité. Les orientations épistémologiques qui expliquent des divergences dans les pratiques méthodologiques et dans les définitions de la vulnérabilité sont exposées. Les traditions de recherche sur la vulnérabilité sont passées en revue et les contextes dans lesquels le concept de vulnérabilité s'est développé et a évolué est également retracé.

Chapitre 1. La vulnérabilité, un processus dynamique dans le temps et dans l'espace

Introduction

Étymologiquement, la vulnérabilité, du latin *vulnerare* : « *blessar*, endommager, porter atteinte à » désigne à la fois le dommage et la propension à subir le dommage. Dans le langage courant, la notion de vulnérabilité généralement décrite en termes négatifs, est alors assimilée à un déficit, une faiblesse réduisant ou annihilant les capacités de faire les choses correctement face à une menace dans le futur. Beaucoup de disciplines comme l'économie, l'anthropologie, la psychologie ou l'ingénierie ont mobilisé le concept de vulnérabilité lui offrant alors une diversité sémantique avec des définitions globales, spécifiques, sectorielles ou décomposées en ensembles complémentaires (Barroca et al., 2013).

Aujourd'hui, dans un contexte de crises économiques, sociales, environnementales, ou politiques, le succès transdisciplinaire de la notion de vulnérabilité fait qu'elle est devenue incontournable dès lors que l'on aborde les problématiques de fragilité, précarité, sécurité, qu'il s'agisse d'une approche par les individus, les populations, par les systèmes économiques, les territoires géographiques, les organisations ou les écosystèmes (Brodiez-Dolino 2016). Largement discutée, la vulnérabilité est devenue un concept central dans les thématiques de recherche portant sur le risque, la résilience, les conditions de vie et la pauvreté, la sécurité alimentaire et le changement climatique (Miller et al., 2010; Gérard et al 2022)

Il existe ainsi des différences dans les orientations épistémologiques qui expliquent des divergences dans les pratiques méthodologiques et dans les définitions de la vulnérabilité (Cutter, 1996). Mais selon Adger (2006), il existe des termes communs à toutes ces approches théoriques : la vulnérabilité est conceptualisée comme l'exposition et la sensibilité aux perturbations et stress externes et la capacité de s'y adapter. L'exposition est la nature et le degré auquel un système subit un stress. La sensibilité est le degré auquel un système est modifié ou affecté par les perturbations et la capacité d'adaptation est la capacité d'un système à évoluer afin de s'adapter aux risques ou changements auxquels il peut être soumis et à élargir la gamme de variabilité à laquelle il peut faire face.

Ce chapitre vise à faire le point sur les connaissances existantes sur les approches de la vulnérabilité. Pour cela, nous passons en revue les traditions de recherche sur la vulnérabilité

en retraçant les contextes et les directions dans lesquels le concept de vulnérabilité s'est développé et a évolué dans le temps. Nous passons également en revue l'évolution des différentes approches et méthodologies d'évaluation de la vulnérabilité.

1. La vulnérabilité, une notion complexe : approches et écoles de pensées

Omniprésent dans les médias, les rapports, dans les instances scientifiques ou politiques, le terme de « vulnérabilité » connaît une « diffusion sociétale » (Brodiez-Dolino, 2016). Malgré cette mobilisation croissante qui fait de la vulnérabilité un « mot valise », cette notion puise ses fondements actuels dans des disciplines aux épistémologies aussi diverses que variées offrant une vaste littérature. La littérature à propos de la vulnérabilité a évolué dans le temps, appropriée par des chercheurs de différentes disciplines.

Dans cette section nous passons en revue ces différentes disciplines et écoles de pensées qui ont participé à l'évolution du concept de vulnérabilité et à son analyse.

Nous considérons ici 6 grandes écoles et disciplines qui ont beaucoup contribué à faire évoluer l'analyse de la vulnérabilité : l'école des risques naturels avec les sciences ingénieriales, le cadre social constructiviste avec la géographie humaine et l'écologie politique, l'économie politique avec la théorie du droit, l'économie du développement avec le cadre des moyens d'existence et enfin l'école de la durabilité avec l'analyse socio écologique de la vulnérabilité.

1.1. La vulnérabilité comme conséquence : une approche des sciences du risque

L'école des risques naturels conceptualise la vulnérabilité comme « *la propension d'un élément ou ensemble d'éléments à subir des atteintes ou dommages en cas de manifestation d'un phénomène naturel, anthropique ou mixte* » (Burton, 1993a; Watts and Bohle, 1993). Ces travaux examinent la vulnérabilité en fonction de leur source (dangers biophysiques ou technologiques) avec une focalisation sur les conséquences des aléas naturels sur des populations humaines, des régions ou des secteurs économiques (Burton, 1993b; Cutter, 1996; d'Ercole, 1998; Reghezza-Zitt, 2016). Cette vision de la vulnérabilité comme une conséquence découle des sciences physiques, techniques et ingénieriales. Dans cette approche, la vulnérabilité est étroitement liée à l'étude des risques naturels et aux impacts qu'ils engendrent (Wisner et al. 2003; Dauphiné, 2003) et son analyse est centrée sur l'aléa, le risque. « *Le risque est dans ce sens un concept qui succède à la notion de danger en lui introduisant une cause inconnue* » (Peretti-Watel, 2010). Il s'agit d'une potentialité aléatoire, et non d'un phénomène permanent (Vinet, 2010). Et l'aléa est dans ce

contexte, un phénomène ou événement interne ou externe, résultant de facteurs ou de processus qui échappent, au moins en partie, au contrôle de l'homme et qui représente une menace dommageable en termes de pertes de vies humaines ou matérielles (Rioust, 2012).

Le cadre risque aléa présenté sur la figure 1 considère la vulnérabilité comme « la propension d'un élément ou ensemble d'éléments à subir des atteintes ou dommages en cas de manifestation d'un phénomène naturel, anthropique ou mixte » (D'Ercole et al., 1994; Reghezza-Zitt, 2016).

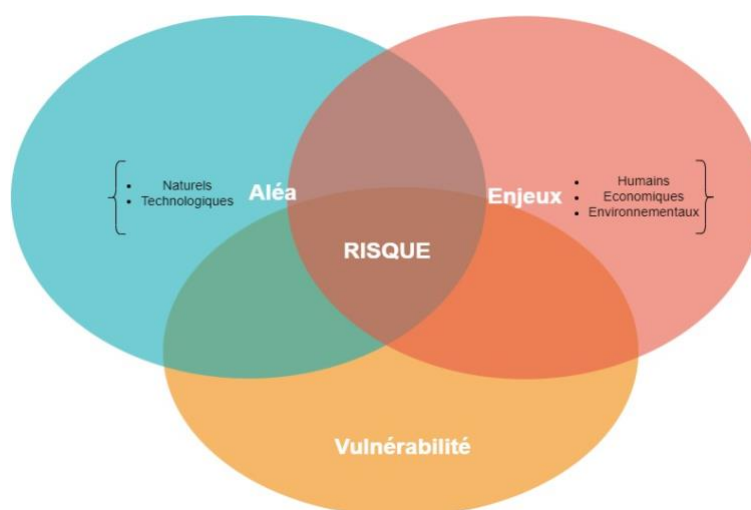


Figure 1 : Le modèle risque aléa. Traduction personnelle. SILA 2022

Les enjeux notamment les populations et infrastructures sont uniquement pensées comme des victimes de la catastrophe.

Cette vision centrée sur l'aléa et le risque, considère les liens de causalité comme linéaire d'un aléa naturel à une population ou un secteur économique particulier.

Mais selon D'Ercole et al. (1994), dans cette approche de la vulnérabilité, les éléments vulnérables se limitent essentiellement aux personnes, aux biens et aux enjeux économiques. Les éléments vulnérables peuvent également être d'ordre social, culturel, esthétique ou encore environnemental. Il considère également qu'un élément, ou un groupe d'éléments exposé n'est pas seulement vulnérable parce que les conséquences d'un phénomène peuvent atteindre un niveau donné, mais également parce qu'un certain nombre de conditions propices sont réunies pour atteindre ce niveau de conséquences.

Dans la vision traditionnelle de la vulnérabilité comme processus biophysique, « *la protection a longtemps été la principale, voire l'unique façon d'éviter la catastrophe. Il s'est donc agi d'implanter des digues ou d'autres types d'infrastructures rapidement perçues comme invulnérables et garantes de*

sécurité » (Veyret, Reghezza 2006a). Les limites de la protection créant une illusion de sécurité ont montré l'insuffisance d'une focalisation exclusive sur l'aléa. Les solutions techniques n'agissent généralement que sur les facteurs directs de la vulnérabilité occultant ainsi les causes les plus profondes et les processus qui en sont à l'origine (D'Ercole, 1998; Veyret, Reghezza, 2006).

La notion de catastrophe naturelle est remise en cause ces dernières années, comme en témoigne au plan théorique la distinction entre les «*événements extrêmes* » et les «*réponses*» à ces événements (Décamps, 2007; Quenault et al., 2011).

1.2. L'approche constructiviste de la vulnérabilité : les apports de la géographie humaine et de l'écologie politique

L'appropriation progressive de la vulnérabilité par les sciences humaines et sociales donne «*une dimension plus large que la simple vulnérabilité technique des infrastructures qui prévalait jusqu'alors dans les démarches d'évaluation des risques* » (Leone and Vinet, 2017). L'analyse de la vulnérabilité a évolué, avec une appropriation progressive de différentes disciplines.

A côté des analyses portant strictement sur la vulnérabilité, apparaissent les premières recherches interrogeant les capacités sociales à faire face (*coping capacities*): les «*vulnérables* » ne sont pas juste des acteurs passifs attendant l'impact d'une catastrophe. Ils disposent de certaines ressources qu'ils peuvent mobiliser pour diminuer leur niveau de risque ou les effets potentiels d'un aléa (Wisner et al., 2004; Becerra, 2012; D'Ercole et al., 1994).

Cette conceptualisation portée notamment par le mouvement radical (marxiste) «*avec des chercheurs comme Ben Wisner (géographe américain), Phil O'Keef, Ken Westgate, Kenneth Hewitt (géographes canadien), etc., qui engagent un travail critique sur la «*naturalité* » des catastrophes et sur «*l'interprétation dominante du risque qui vise avant tout la reproduction de l'ordre technocratique et qui occulte sa dimension sociale* » (D'Ercole, 2014).*

Birkmann et Wisner, (2006) dans leur réflexion explorent la relation entre la vulnérabilité et les caractéristiques comme la classe, le sexe, l'origine ethnique l'âge, le handicap... Pour parler des systèmes de production par exemple, ils considèrent qu'assez souvent, ce ne sont pas les systèmes de production ou d'habitation qui sont vulnérables aux risques environnementaux. Ce sont plutôt les personnes ou ménages au sein de ces systèmes qui n'ont pas les ressources pour mobiliser les défenses contre les aléas, récupérer ou se reconstruire face à une catastrophe.

Pour Cutter (1996), cette perspective de la construction sociale de la vulnérabilité est une condition enracinée dans les processus historiques, culturels, sociaux et économiques qui empiètent sur la capacité de l'individu ou de la société à faire face aux catastrophes et à y répondre de manière adéquate. Cutter et Finch, (2008) abordent la vulnérabilité sociale qu'elles considèrent comme à la fois une mesure de la sensibilité d'une population aux risques naturels et sa capacité à réagir et à récupérer des impacts des dangers. Ces auteurs considèrent que l'analyse de la vulnérabilité doit essayer de comprendre les caractéristiques des personnes et des groupes sociaux qui les rendent plus ou moins sensibles aux effets des risques et réduisent leurs capacités à répondre adéquatement et à récupérer. Selon ces auteurs, l'angle de l'individu et sa place dans le groupe déterminent pour beaucoup le contexte de vulnérabilité. La vulnérabilité de deux individus égaux quant à leur insertion sociale, diffère selon leur localisation, et surtout leur environnement. Autrement dit, l'espace de vie des individus est un facteur de sa vulnérabilité et doit être analysé comme tel (Cutter and Finch, 2008).

Si ce sont les individus qui traversent bien les épreuves de la vulnérabilité, c'est au niveau des structures sociales que se manifestent les conditions qui rendent ces épreuves plus ou moins supportables (Borderon and Oliveau, 2016). Autrement dit, entre l'individu et l'aléa, il y a aussi les structures sociales.

La vulnérabilité, « *objet comptable (le % de ce qui peut être endommagé) est devenu un objet social, une construction sociale. En même temps, de passive, la vulnérabilité est progressivement devenue active, n'étant plus considérée seulement comme la propension d'une société à subir des dommages* » mais également à engendrer les conditions de l'endommagement (à les provoquer, les modifier) (D'Ercole, 2014).

Le cadre social constructiviste issue de l'économie politique, et de la géographie humaine considère la vulnérabilité comme un état (caractéristique), un point de départ, une condition sociale, ou les caractéristiques initiales de l'objet vulnérable détermine sa sensibilité face aux dommages.

La vulnérabilité dépend non seulement de la sensibilité face aux événements dommageables mais aussi de la localisation, et de la capacité d'adaptation, ce qui correspond pour les systèmes humains aux stratégies qu'ils développent face à cette menace.

La définition jadis du risque centrée aléa évolue pour prendre en considération le rôle des populations dans la production du risque. L'accent est déplacé de l'aléa pour être mis sur l'élément en jeu lui-même : la vulnérabilité est considérée comme une caractéristique de l'objet

étudié. Elle s'intéresse aux facteurs augmentant ou limitant la capacité de l'objet à faire face aux perturbations liées à la survenue d'un aléa (Pulliat, 2013). Les propriétés du système qui se trouvent exposés à l'aléa et au risque déterminent l'importance des conséquences produites.

1.3. Vers une synthèse de la vulnérabilité physique et sociale : le modèle « pression et relâchement » ou analyse du processus de construction de la vulnérabilité

« Le modèle Pressure and Release » (PAR) développé par ses Blaikie (1994) et ses collègues a émergé dans le contexte de la décennie de réduction des catastrophes naturelles « International Decade for natural Disaster Reduction » (IDNDR) instaurée en 1990 par l'ONU. Ce modèle émerge pour répondre à la question comment surviennent les catastrophes ?

Blaikie et ses collègues tentent d'analyser les catastrophes comme le résultat d'une occurrence d'un aléa dont les impacts sont aggravés par différents processus de vulnérabilité. En d'autres termes, cet outil montre comment les catastrophes se produisent lorsque les aléas affectent les personnes vulnérables (2004).

Ce modèle tente d'établir un compromis entre différentes manières d'aborder la vulnérabilité et d'intégrer l'ensemble de ses composantes dans une perspective opérationnelle.

Le modèle PAR est fondé sur le fait qu'une catastrophe est le facteur de connexion entre deux forces opposées : le processus générant la vulnérabilité d'un côté et l'événement de danger naturel de l'autre côté. Selon Blaikie et al., (1994), la vulnérabilité des personnes est enracinée dans les processus sociaux et des causes sous-jacentes qui peuvent être isolées de la catastrophe.

Le modèle PAR (Figure 2) distingue 3 dimensions :

1. Les causes profondes (Root causes) comme l'accès aux pouvoirs, aux ressources... qui sont fonction des systèmes politiques, économiques et sociaux et sont censés refléter l'exercice et la répartition du pouvoir au sein de la société.
2. Les pressions dynamiques (marchés institutions, formations) influencent les vulnérabilités « initiales » et traduisent les causes profondes en conditions dangereuses.
3. Les conditions d'insécurité reflètent la nature des condition environnementales, économiques ou socio-politiques (relations sociales, action publique) (Adger, 2006a; Wisner et al., 2004).

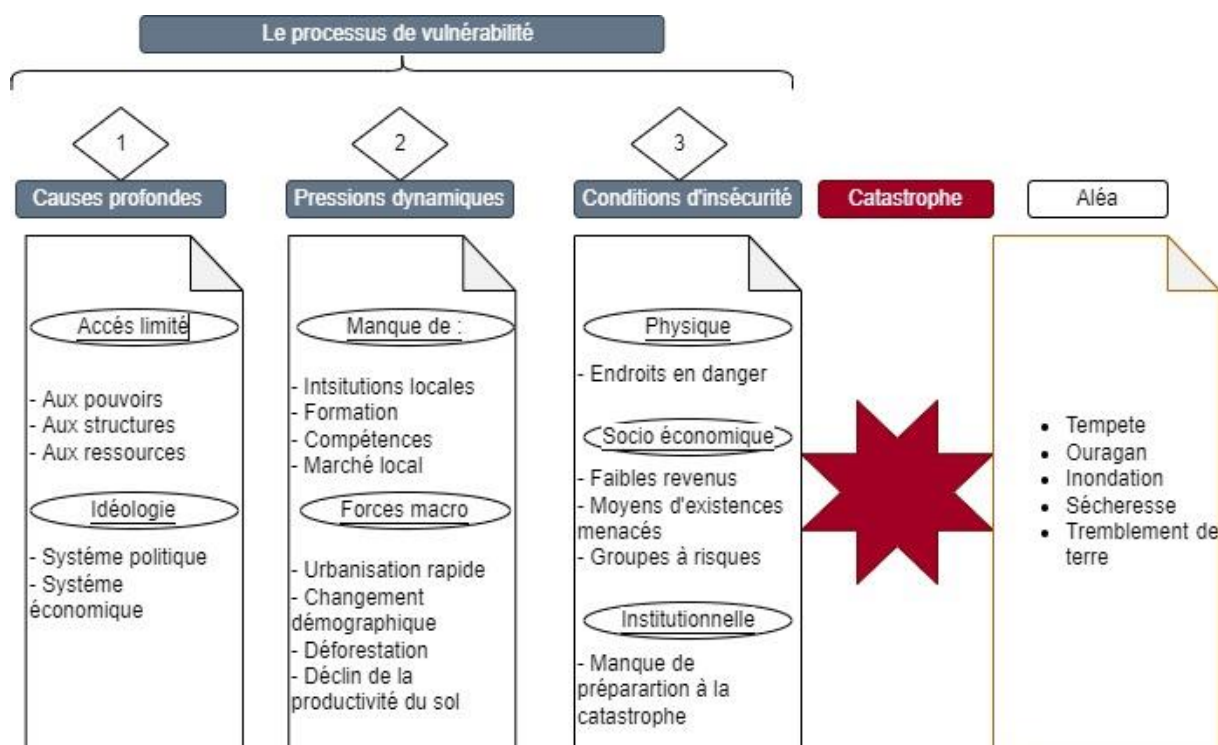


Figure 2 : Le modèle « pressure and release » (PAR)

Source : Wisner et al., 2003, traduction personnelle

Les causes profondes ont tendance à être ancrées dans le développement historique, se développant dans le long terme, tandis que les pressions dynamiques ont tendance à se référer aux résultats de modèles économiques, sociaux, et politiques observés au présent, à l'instant t. Cela exprime que les conditions potentiellement dangereuses sont un produit du passé et du présent (2004). Les « formes spécifiques sous lesquelles la vulnérabilité d'une population découle, s'exprime dans le temps et dans l'espace en conjonction avec un aléa » (Rauken and Kelman, 2010; Wisner et al., 2004).

L'analyse s'inspire fortement de la vulnérabilité telle que pensée dans les sciences du risque tout en identifiant les causes immédiates et sous-jacentes de la vulnérabilité dans un cadre d'écologie humaine. Le modèle de pression et de relâchement est donc selon lui une synthèse réussie de la vulnérabilité sociale et physique, mais en étant complète et en accordant un poids égal aux « dangers » et à la « vulnérabilité » en tant que pressions, l'analyse ne parvient pas à fournir une vue systématique des mécanismes et des processus de vulnérabilité (Adger, 2006a).

1.4. La théorie du droit pour expliquer le lien entre la vulnérabilité et les facteurs économiques et institutionnels

En questionnant les causes de la famine, les travaux d'Amartya Sen (1981), ont jeté les bases pour comprendre la structure causale de la vulnérabilité. La nécessité d'expliquer l'insécurité alimentaire, les troubles civils et les bouleversements sociaux a impulsé la recherche sur les droits. Son analyse (Figure 3) commence au niveau du ménage avec ce qu'il appelle les droits. Les droits sont donc considérés dans cette théorie comme les ressources réelles ou potentielles dont disposent les individus en fonction de leur propre production, de leurs actifs ou d'arrangements réciproques (Adger, 2006a). Dans sa théorie des droits, Sen a déplacé les notions antérieures selon lesquelles les déficits de productions alimentaires étaient liées à des catastrophes naturelles comme la sécheresse ou les ravageurs. Selon Sen (1981), la famine et la faim ne sont pas en premier lieu définies par la disponibilité, celle-ci est un facteur parmi d'autres. Elles sont plutôt liées à l'effondrement des droits et la répartition circonscrite des droits sur les besoins de base.

Dans cette conception, la vulnérabilité à la privation de nourriture, ou propension à subir une privation de nourriture, est liée aux opportunités qui se présentent aux différents acteurs de pouvoir tirer des biens et services à partir de leurs dotations. La vulnérabilité est ici une menace d'être privé de ses droits de moyens de subsistance. Ces opportunités dépendent de leur situation au sein des structures économiques et sociales, et sont affectées dans le cas d'une crise, comme une variation brutale des prix, liée ou non à une réduction de la disponibilité en nourriture (Sen, 1981; Buchheit, 2021).

Cette théorie considère les dotations (endowments) ; les biens et services dérivables de ces dotations (entitlements), et les capacités.

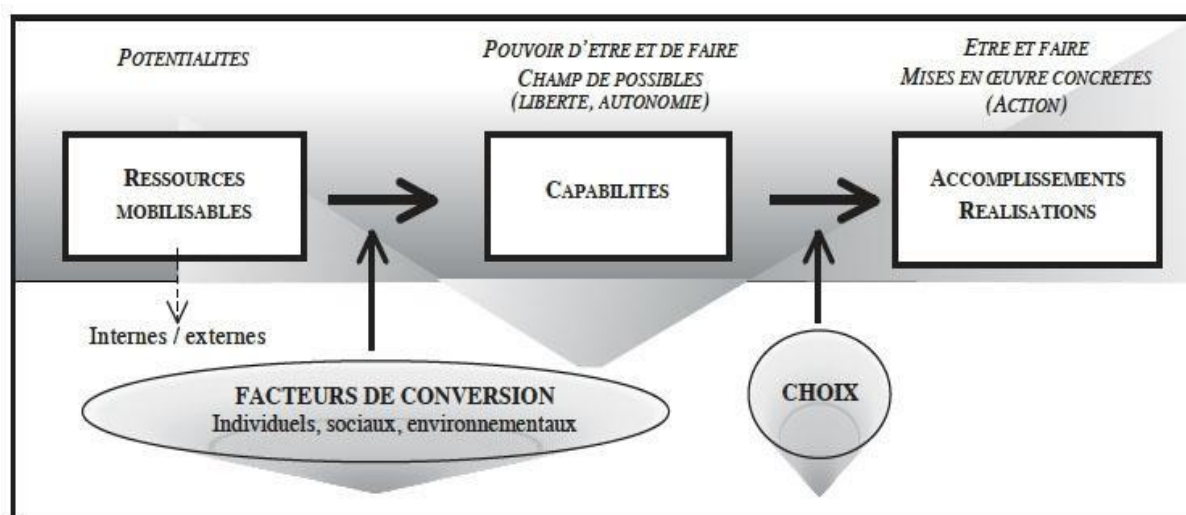


Figure 3: Approche par les droits (adapté de Bonvin et Farvaque 2006)

Les ressources les biens, moyens ou instruments comme la terre, la main d'œuvre, les animaux... permettent d'améliorer le bien-être et les avantages individuels comme le revenu la richesse, (Morellec, 2015). Mais le fait de disposer des ressources n'est pas suffisant car il ne garantit pas la sécurité d'un individu ou d'un groupe d'individus (Sen 1981). La valeur de la ressource est fortement liée aux « entitlements » qui représentent les droits et les moyens de contrôler les ressources à travers les moyens légaux disponibles comme l'échange, le don ou transfert, l'héritage, le travail salarié, ce qu'ils peuvent vendre, à quels prix et selon quelles possibilités. Ces ressources et services contribuent au bien-être et aux capacités qui correspondent à l'ensemble des conditions nécessaires pour que ces individus puissent faire diverses combinaisons de choix, et la liberté de choisir parmi les opportunités qui s'offrent (Sen, 1981; Décamps, 2007; Morellec, 2015).

1.5. Le cadre des moyens d'existence, un prolongement du cadre des droits : les apports de l'économie du développement

L'économie conceptualise généralement la vulnérabilité des populations comme le « *résultat d'une réponse insuffisante à un risque qui est celui de ne pas disposer suffisamment d'actifs* » (Bidou, 2012) . La vulnérabilité ici est considérée comme l'expression d'un déficit de ressources ou le manque de conditions affectant la capacité à faire face à un contexte critique.

En économie du développement, l'approche par les moyens d'existence est utilisée pour analyser la vulnérabilité en rapport avec la pauvreté. Elle est largement inspirée par l'approche des droits et des capacités introduites par Amartya Sen à la fin des années 80. Développée par Chambers & Conway (1991), ainsi qu' Ellis (1998) et Scoones (1998), elle met l'accent sur les stratégies des ménages ruraux engagés dans l'agriculture familiale et les définit comme la gestion d'un portefeuille d'activités et de revenus potentiels, destinée à minimiser les risques inhérents à l'activité agricole et à assurer la résilience face aux chocs de l'exploitation et de l'unité familiale (Requier-Desjardins et al., 2019).

Dans la définition générale, «les moyens d'existence englobent les capacités, les avoirs (ressources matérielles et sociales incluses) et les activités requis pour une personne ou un ménage pour subsister » (Chambers et Conway, 1991) et conduire au bien-être (Ellis, 2000). La vulnérabilité dans ce contexte fait référence à la susceptibilité de ne pas être en mesure de subvenir à ses besoins et de ne pas faire face à des risques du fait de l'absence ou de la faiblesse des actifs (Dercon, 2004; Tapsoba et al., 2018). Autrement dit, elle est la capacité différenciée

à endurer et contourner et éventuellement anticiper et réagir à tout type de choc en mobilisant différents capitaux à court et à long terme (Janin and Martin-Prevel, 2006).

Dans cette approche, le contexte de vulnérabilité joue un rôle essentiel : il est le résultat de chocs (économiques, sanitaires, naturels), les tendances ou changements de contexte pouvant fragiliser les populations (libéralisation économique, changement technologique, instabilité politique), enfin, très caractéristiques du milieu rural, les variations saisonnières de la production, des prix ou encore des perspectives d'emploi (Chambers, 1995).

Ce cadre, en plus de prolonger la réflexion de la vulnérabilité comme un manque de droits, considère surtout la vulnérabilité comme un manque de moyens suffisants pour se protéger ou se maintenir face aux chocs ou le risque est façonné par la fourniture à la société d'aliments, de biens de production et de ressources sociale (Ribot, 2010).

Ribot (2010) prolonge la réflexion de Scoones (1998) et dans son analyse de la vulnérabilité des pauvres, il considère que l'incapacité à supporter le stress ne vient pas du ciel, il est produit par l'inégalité sociale sur le terrain, l'accès inégal aux ressources, la pauvreté, la médiocrité des infrastructures, le manque de représentation et des systèmes inadéquats de sécurité sociale, d'alerte rapide et de planification. Dans cette réflexion, la vulnérabilité a une dimension externe qui correspond aux facteurs biophysiques représentée par l'exposition d'un système aux variations climatiques, ainsi qu'une dimension interne représentée par les facteurs humains qui comprend sa sensibilité et sa capacité d'adaptation. Cette capacité d'adaptation dépend des ressources que les groupes sociaux mobilisent pour leurs activités, cela comprend l'ensemble des capitaux (humain, social, matériel, financier mais aussi les ressources naturelles (Ribot, 2010) ainsi que du droit d'accès à cette ressource.

Pour Chambers (1989), la vulnérabilité n'est pas la même chose que la pauvreté. La pauvreté désigne le manque ou le besoin alors que la vulnérabilité fait référence à l'absence de défense face à l'insécurité, l'exposition aux risques, aux chocs et aux stress. La vulnérabilité selon Chambers a deux faces : une face externe des risques, chocs et stress, et une face interne qui est l'absence de défense c'est-à-dire le manque de moyens pour faire face sans perte préjudiciable.

Chambers (1989) exprime la différence entre la vulnérabilité qu'il considère comme une situation mouvante qui renvoie à une faiblesse, une insécurité ou l'exposition à des chocs ou stress alors que la pauvreté signifie pour lui un état de manque. Cette réflexion de Chambers a été prolongée par Becerra (2012) qui considère ainsi que « *les pauvres sont souvent vulnérables,*

mais les vulnérables ne sont pas toujours des pauvres ». Notamment ceux exposés à des aléas naturels et/ou des problèmes environnementaux. Il est possible d'être riche et vulnérable dans une situation qu'on n'avait pas prévue.

Dans un contexte de réduction durable de la pauvreté, Ribot (2010), considère que la connaissance de « où ? qui ? quoi ? » renseigne sur comment cibler les dépenses pour aider ces populations vulnérables tandis que le pourquoi, renseigne sur ce qu'il faut modifier ou améliorer dans les lieux et pour les communautés ciblées.

Cette approche sur les moyens d'existences, conceptualisées à partir des actifs en capital incluant les services écosystémiques complètent les approches basées sur le risque en mesurant le lien entre le risque et le bien être au niveau individuel.

Le concept de vulnérabilité a été un outil puissant pour décrire les états de susceptibilité au préjudice, d'impuissance et de marginalité des deux systèmes physiques, sociaux, et pour guider des normes d'analyse des actions visant à améliorer le bien-être par la réduction du risque (Adger, 2006a).

Berrouet et al. (2018), considèrent que les différentes approches sociales, écologiques, économiques et politiques évaluent l'influence que les lieux, l'histoire, les ressources et les processus culturels ont sur la vulnérabilité des systèmes sociaux. Ils prennent en compte la manière dont les caractéristiques particulières des individus déterminent leur capacité à réagir aux menaces de caractère ponctuel, mais les menaces de caractère continu ne sont pas prises en compte.

1.6. La vulnérabilité, comme résultat de la manière de réagir au changement : vers une analyse de la vulnérabilité des systèmes socio écologiques

Ces dernières années, face à la perte et à la dégradation des services écosystémiques, une attention croissante a été portée à l'analyse de la vulnérabilité des systèmes socio écologiques. Même si l'analyse de la vulnérabilité des systèmes socio écologiques tient sa base conceptuelle du cadre conceptuel de la vulnérabilité associée au risque, elle part d'une critique de la vulnérabilité telle qu'elle est conceptualisée dans les sciences du risque comme la susceptibilité de subir des dommages en raison de son exposition. Cette réflexion de la vulnérabilité dans

un cadre socio écologique³ vient aussi en réaction à celle des politiques de gestion des ressources naturelles qui s'étaient longtemps appuyées sur deux idées simplistes, à savoir : que les réponses des écosystèmes à leur utilisation humaine étaient linéaires, prévisibles, contrôlables, et que les systèmes humains et naturels étaient séparés et pouvaient être traités indépendamment (Décamps, 2007). Cela a été profondément remis en cause, dès le début des années 2000 par les travaux du Millenium economic assessment (2005) qui s'appuient sur une démarche profondément systémique et pluri-disciplinaire.

Collins et al. (2011), et Berrouet et al. (2018) identifient 3 canaux par lesquels l'approche des systèmes socio écologiques étudie la relation entre les écosystèmes et la société. Premièrement à travers l'analyse de l'incidence des écosystèmes dans la satisfaction des besoins humains à travers les services rendus. Deuxièmement en étudiant comment la dynamique sociale de la demande et l'utilisation des services écosystémiques modifie et détermine l'intégrité écologique des écosystèmes. Le troisième canal quant à lui traite de la manière dont les systèmes sociaux et écologiques réagissent aux moteurs de changements endogènes et exogènes. C'est ce troisième canal qui fait le lien pour la compréhension de la vulnérabilité et de la réponse des systèmes socio écologiques face au changement climatique ou aux phénomènes naturels (Janssen & Ostrom, 2006).

La littérature montre une diversité de cadres et de méthodes d'évaluations de la vulnérabilité des systèmes socio écologiques qui est fonction des caractéristiques du système socio écologique étudié, du type de menace et de l'échelle spatiale et temporelle à analyser (Janssen and Ostrom, 2006; Adger, 2006a).

Turner et al. (2003), en s'inspirant des traditions antécédentes de recherches sur la vulnérabilité, considèrent qu'elles ont certes permis d'éclairer l'analyse de la vulnérabilité mais la focalisation limitée aux perturbations et aux facteurs de stress est insuffisante pour comprendre la vulnérabilité. Ils proposent un cadre d'analyse de la vulnérabilité du SSE (Figure 4) qui fonde sa réflexion en partant du fait qu'un regard limité aux perturbations et aux facteurs de stress est insuffisant pour comprendre les impacts et les réponses du système affecté ou de ses composants ainsi que les structures causales qui affectent la totalité du système. Pour eux, la vulnérabilité, en plus de l'exposition et de la sensibilité dépend des conditions sociales et biophysique et de la résilience du système.

³ Socioécologique : relatif aux phénomènes sociaux, écologiques, et à leurs relations, par analogie à « socioéconomique ». La plupart des systèmes dits naturels peuvent être qualifiés de systèmes socioécologiques, traduction de social ecological systems, expression largement répandue dans la littérature internationale avec les travaux développés dans le cadre de la resilience alliance (<http://www.resalliance.org>).

La vulnérabilité est selon Turner et al. (2003), le degré auquel un système, un sous-système ou un composant du système est susceptible de subir des dommages en raison de l'exposition à un danger, soit une perturbation soit un stress ou un facteur de stress et la sensibilité et résilience du système confronté aux aléas (Sila et al., 2022)

La notion de résilience introduite à la place de la notion d'adaptation ici fait écho à la capacité du système à faire face et à s'adapter aux aléas, prenant en compte à la fois sa dimension écologique et la capacité des groupes sociaux à apprendre des perturbations et ajuster à plus ou moins long terme les caractéristiques sociales et biophysiques du système (Adger et al., 2004; Kasperson et al., 2005.; Mathevet & Bousquet, 2014; Buchheit et al., 2016). Selon Turner et al. (2003), c'est parce que les différents systèmes, différent dans leurs caractéristiques de résilience, l'incorporation explicite des différentiels de la résilience doit être un élément de l'analyse système homme environnement. Cela permet de prendre en compte les liens divers et complexes qui affectent la vulnérabilité.

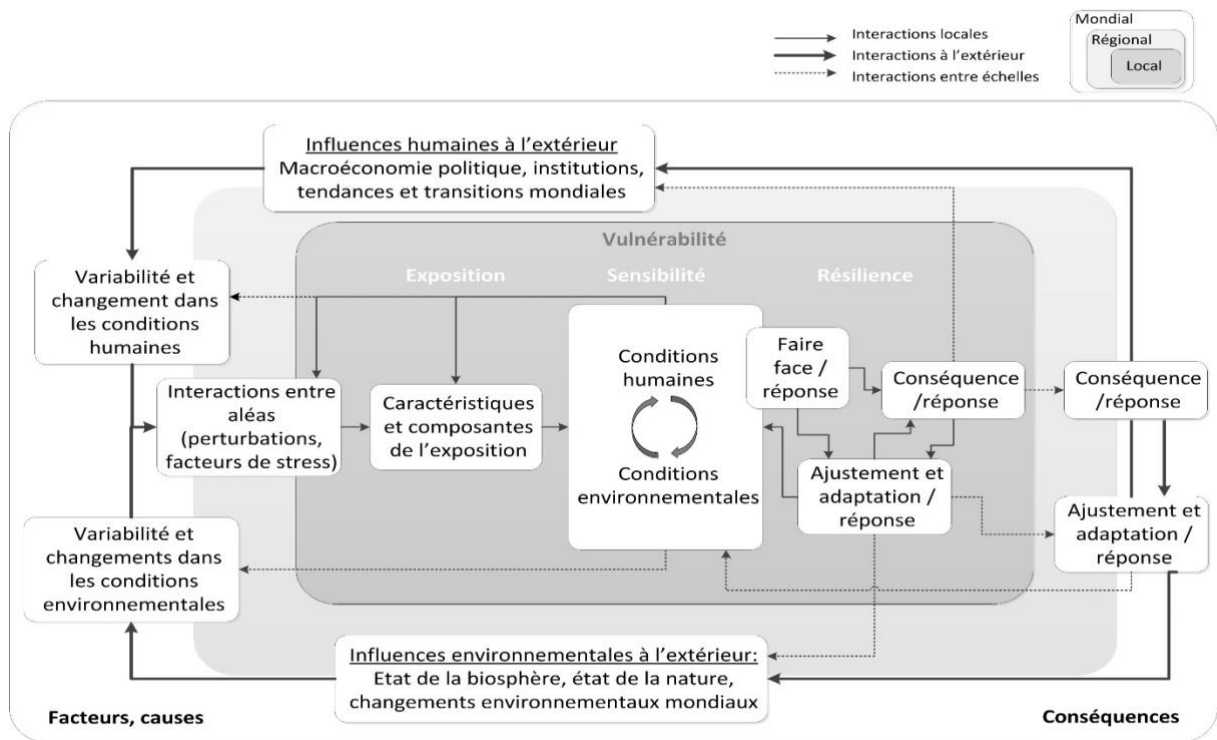


Figure 4: Modèle d'analyse multidimensionnelle de Turner et al. 2003

Ce cadre met l'accent sur un nécessaire couplage des systèmes homme environnement dans toute analyse de la vulnérabilité liée à la durabilité et considère que la vulnérabilité, en plus des facteurs liés à l'exposition et la sensibilité dépend des conditions et de la dynamique du système socio-écologique exposé aux aléas. Ce cadre intègre les facteurs sociodémographiques, économiques, sociaux culturels, techniques, politico administratifs ainsi que les interactions sociales de ces différents facteurs. Ces aléas, peuvent tirer leur origine de l'extérieur ou de l'intérieur du système. La vulnérabilité est ainsi le « *résultat de la synergie et des interactions entre les sous-systèmes humains et biophysiques car ils sont affectés par des processus opérant à différentes échelles spatio-temporelles ainsi que fonctionnelles* » (Bidou et Droy, 2013). Ce cadre considère l'aléa et l'exposition différenciée ; et prend en compte les différentes échelles du risque du niveau local, régional, au niveau mondial.

De ce fait, les liens entre les éléments du système peuvent s'établir à l'intérieur de chacun des niveaux, par exemple entre la société et l'environnement à l'échelle mondiale, mais ils peuvent lier des niveaux différents, ce qui peut rendre compte de la complexité des phénomènes (Bidou et Droy, 2013).

La vulnérabilité des systèmes socio-écologiques aux événements extrêmes dépend d'interactions complexes et variées entre les conditions d'exposition, de sensibilité et de résilience propres à ces systèmes (Décamps, 2007). On rejoint ainsi, comme souligné par Tapsoba et al. 2018 l'analyse de Scoones, (1998) qui mobilise l'approche par les moyens d'existence pour analyser comment les individus, dans différents contextes (climatique, politique, etc.), adoptent des stratégies en fonction des ressources dont ils disposent dans le but de satisfaire leurs besoins de façon durable et de réduire leur vulnérabilité à l'insécurité économique et alimentaire.

Cette approche de Turner évite les frontières tracées entre dimension externe et interne. Il trace les causes de la vulnérabilité à partir de cas de risque spécifiques, en expliquant pourquoi un individu, un ménage, un groupe, une nation ou un groupe donné est exposé à un ensemble de dommages en traçant la causalité de chaque unité à risque. L'approche est cependant critiquée car elle demeure statique du fait de l'absence de positionnement du système le long d'une échelle de temps (Cutter and Finch, 2008).

2. La relation de la vulnérabilité à d'autres concepts : adaptation et résilience

La vulnérabilité, l'adaptation et la résilience sont des concepts fondamentaux qui organisent la recherche portant sur les dimensions humaines du changement environnemental (Janssen et al., 2006). En analysant 2286 publications entre 1967 et 2005, Janssen et ses collègues (2006) ont effectué une analyse bibliométrique sur ces 3 concepts montrant qu'en plus de connaître une augmentation importante en termes de publications, ces 3 concepts selon les domaines et les disciplines sont parfois confondus parfois opposés.

Si très souvent ces concepts sont confondus, ou opposés par des constructions et des traditions scientifiques, c'est lié au manque d'interactions entre les communautés de recherches (Miller et al., 2010).

Les relations entre ces termes ne sont souvent pas claires et le même terme peut avoir des significations différentes lorsqu'il est utilisé dans des contextes différents par différents auteurs (Brooks 2003). Chaque courant conceptuel a tendance à redéfinir le concept des autres et à établir sa propre vision sur les relations existantes entre les trois concepts (Longépée, 2014).

Nous abordons ici le lien entre la vulnérabilité et les concepts d'adaptation et de résilience, l'objectif étant d'explorer la manière dont ces concepts sont souvent opposés ou confondus et d'essayer de clarifier les relations existantes entre eux. Cette analyse va nous permettre d'identifier les enjeux dans l'analyse de la vulnérabilité et d'affiner notre réflexion.

2.1. Vulnérabilité et adaptation

Dans les années 1990, les chercheurs ont commencé à utiliser le terme d'adaptation pour l'étude des conséquences du changement climatique induit par l'homme, sans le relier explicitement à ces origines conceptuelles en anthropologie (Janssen et al., 2006).

En biologie évolutive, l'adaptation est souvent utilisée pour faire référence au développement de caractéristiques génétiques ou comportementales qui permettent aux organismes ou aux systèmes de faire face aux changements environnementaux afin de survivre et de se reproduire (Smit and Wandel, 2006; Quenault et al., 2011). L'adaptation est donc décrite comme un processus qui se déroule souvent entre un organisme et son milieu et traduit de manière générale le passage d'un équilibre perturbé à celui d'un autre plus stable. Cette vision de l'adaptation renvoie au déterminisme biologique ou l'adaptation fait référence à un processus évolutif et une finalité temporaire (Simonet, 2009).

Dans l'analyse des systèmes socio-écologiques Mathevet & Bousquet, (2014) désignent l'adaptation comme une réaction à un stress ou à une perturbation qui ne remet pas en cause le système, lequel conserve ses grandes caractéristiques. Au quotidien, il s'agit d'une pratique courante d'individus, de groupes ou de sociétés pour ajuster leurs actions afin de tirer parti de nouvelles opportunités. S'adapter, c'est réduire la vulnérabilité du système socio écologique, c'est aussi améliorer sa capacité adaptative, c'est-à-dire la capacité des acteurs à minimiser les effets néfastes des changements (Mathevet and Bousquet, 2014; Bousquet et al., 2020).

Dans ce sens, l'adaptation est décrite comme un facteur dynamique à long terme, un processus transitoire et transitionnel qui doit être considéré comme un chemin avec des visions qui se réfèrent au contexte passé et celui à venir. Selon le Giecc (2007), la question de l'adaptation qui s'est particulièrement affirmée ces dernières années interroge la capacité réflexive des sociétés à infléchir leur trajectoire pour affronter les conditions environnementales dont certaines sont présentées comme inéluctables (GIECC 2007) mais également incertains.

Mais pour Mathevet et Bousquet (2014), au-delà des choix individuels face à la perturbation, il faut considérer la capacité adaptative comme la faculté des individus et des groupes sociaux à apprendre comment fonctionne leur système, à expérimenter et à innover et enfin à gouverner et à faire des choix. Cela implique des ajustements dans le comportement et les caractéristiques du système pour réduire la vulnérabilité des communautés, des régions ou des activités aux changements (Janssen et al., 2006).

Des cercles vertueux et vicieux s'instaurent entre vulnérabilité et adaptation (Monaco and Prouzet, 2014), ou les initiatives pour améliorer la capacité d'adaptation de la société visent à réduire la vulnérabilité. L'objectif final étant de fournir une évaluation de la vulnérabilité relative ou de la capacité d'adaptation relative des pays ou régions et de produire des stratégies d'adaptations réelles (Smit and Wandel, 2006).

Les travaux de (Smit and Wandel, 2006) montrent que dans les communautés humaines, les adaptations sont étroitement associées et reflètent des forces ou des moteurs qui façonnent les vulnérabilités. La vulnérabilité est liée à la fois à l'exposition différentielle et à la sensibilité des communautés à des stimuli tels que le changement climatique et également aux capacités d'adaptation particulières de ces communautés pour faire face aux effets ou aux risques associés aux expositions. Alors que les expositions, les sensibilités et les capacités d'adaptation sont évidentes au niveau communautaire ou local, elles reflètent des forces, des moteurs ou des déterminants plus larges qui façonnent ou influencent les vulnérabilités au niveau local.

Mais, les objectifs d'adaptation sont caractérisés par un domaine d'intérêt, un niveau de gouvernance, une réalité, une échelle spatiale, une échelle de temps typique (Therville et al., 2019). La complexité spatiale et temporelle des changements des variables à s'adapter et de l'incertitude de ses réponses explique la difficulté qui réside dans les décisions pour s'adapter et qui conduit à la création de risques à travers l'adaptation (Barnett and O'Neill, 2010a), ce qui fait que l'adaptation constitue une action complexe parfois pleine d'incertitudes.

Ainsi, certaines mesures d'adaptation jugées pertinentes par un groupe peuvent être jugées inefficaces par d'autres groupes en fonction des contextes (Neil Adger et al., 2005; Barnett and O'Neill, 2010b) et parfois les processus d'adaptation peuvent révéler des anomalies ou maladaptation. Scheraga & Grambsch, (1998) définissent le concept de maladaptation comme une situation où les impacts négatifs causés par les décisions d'adaptations sont aussi sérieuses que l'impact évité.

Notamment mobilisé dans les études du changement climatique, la maladaptation est selon l'IPCC (2001) « *un changement dans les systèmes naturels ou humains qui conduit à augmenter la vulnérabilité au lieu de la réduire* ». Il s'agit donc d'une adaptation qui non seulement n'a pas réussi à réduire la vulnérabilité, mais plutôt à l'augmenter.

C'est aussi parce que la question de la vulnérabilité est plus orientée sur les actions d'adaptations, ainsi, l'évaluation des conséquences de l'adaptation restent encore très mal connue ou « difficilement identifiables » (Barreteau et al., 2020).

Barnett & O'Neill, (2010) font la différenciation entre une adaptation infructueuse et la maladaptation. Ils considèrent qu'une maladaptation signifie que des actions prises ostensiblement pour lutter ou réduire la vulnérabilité peuvent impacter défavorablement ou augmenter la vulnérabilité d'autres systèmes, secteurs et groupes sociaux. La maladaptation est le résultat d'un « mauvais choix » ex ante, et qui aurait pu être évité si les méthodologies de développement des stratégies d'adaptation étaient bien conçues et correctement mises en œuvre et toute l'information disponible exploitée (Hallegatte et al., 2010).

Dans l'analyse de la vulnérabilité, l'analyse est souvent plus orientée sur les stratégies ou actions d'adaptations, mais très peu sur les processus qui façonnent cette vulnérabilité (Barnett & O'Neill, 2010; Barreteau et al., 2020). Cette considération donnerait plus de marge de manœuvre dans les décisions d'adaptations et conduirait moins à la maladaptation rendant infructueuses ou vaines des actions d'adaptation.

2.2. Vulnérabilité et résilience : des concepts séparés, opposés, ou convergents

La notion de résilience a été abordée dans une section précédente pour présenter le cadre de Turner et al (2003). Ici nous parlons de la résilience en tant que concept et analysons la manière dont on la sépare, l'oppose ou on la fait converger avec le concept de vulnérabilité.

Concept introduit par Holling (1973), les apports épistémiques et disciplinaires de la résilience proviennent principalement des sciences de la nature et en particulier de l'écologie des populations et de l'étude de la gestion des écosystèmes. (Folke 2006 ; Miller et al 2010). En tant que tel, il est basé sur les mathématiques et orienté modèle. Selon Holling (1973), « *la résilience détermine la persistance des relations au sein d'un système et est une mesure de la capacité de ces systèmes à absorber le changement de variable d'état, de variables motrices et de paramètres, et à persister* ».

Depuis la fin des années 1980, le concept est de plus en plus utilisé dans l'analyse des interactions homme-environnement. Un certain nombre de chercheurs travaillant sur la résilience des systèmes socio-écologiques se sont organisés depuis 1999, formant la Résilience Alliance.

Appliquée à un système socio écologique, la résilience désigne la capacité d'un système à absorber les chocs, à subir des changements, à se réorganiser tout en préservant ses fonctions, sa structure et ses boucles de rétroactions. Autrement dit, elle désigne, la capacité à changer tout en gardant son identité et les mêmes rétroactions (Mathevet and Bousquet, 2014).

La résilience permet de réfléchir à la manière dont les systèmes socio écologiques répondent aux perturbations, comment ils s'adaptent à la fréquence et à l'intensité de ces perturbations et comment nous les transformons (Mathevet and Bousquet, 2014).

Walker & Salt, (2006) distinguent deux types de résilience : la résilience spécifique « *de quoi à quoi* » qui correspond à la résilience d'un système, ou d'une partie de ce système à une perturbation. Le concept de résilience spécifique permet d'identifier un seuil où le système ne retrouvera pas son mode de comportement antérieur si ce seuil est dépassé. Et la résilience générale qui est la capacité d'un système à absorber des perturbations imprévues ou inimaginables à un instant donné. La résilience générale ne spécifie aucun type de choc ou de catastrophe qui affectera un système. Elle reconnaît plutôt l'inconnu auquel nous sommes confrontés en ce qui concerne les états futurs et les impacts du stress auxquels nous pouvons être exposés (Walker et al 2004).

Plusieurs travaux considèrent la vulnérabilité et la résilience comme des opposés tandis que d'autres comme l'une étant une composante de l'autre.

L'article de Carl Folke et ses collègues (2002) suppose que la vulnérabilité est le contraire de la résilience car elle est liée à l'idée que lorsqu'un système social ou écologique perd sa résilience, il devient plus vulnérable au changement. Mais selon Adger, (2006) et Gallopín (2006), cette supposition est jugée trop simpliste car les relations ne sont pas linéaires.

D'autres travaux considèrent ces deux concepts comme ayant plus de points de convergences que de divergences car ils s'intéressent aux changements et aux perturbations expérimentées par le système, à la réponse du système et à sa capacité de mener une action adaptative (Adger, 2006a)

Pour Miller et al. (2010), la vulnérabilité et la résilience représentent deux approches liées mais différentes pour comprendre les réponses du système et des acteurs au changement ; aux chocs et aux événements inattendus, ainsi qu'aux lents changements rampants. Les différences entre les deux concepts peuvent être pour la plupart associées à leur origine disciplinaire : dans le champ de la résilience l'ancrage écologique prédomine alors que dans celui de la vulnérabilité les orientations sont plus socio-politiques. Les points de divergence résident aussi dans le fait que la résilience examine les interactions entre les systèmes sociaux et écologiques par l'approche systémique, alors que la vulnérabilité est plus centrée sur les acteurs, examine les processus de négociation dans la prise de décision (Longépée, 2014).

Gérard et al. (2022) proposent, afin d'être à même de comprendre les trajectoires de nos socio-écosystèmes pour les infléchir et tenter d'en accroître la résilience, de mobiliser simultanément les analyses en termes de dynamique des systèmes complexes, de résilience, de vulnérabilité, de moyens d'existence, dans une approche systémique et pluridisciplinaire. Cela permet de prendre conscience que la vulnérabilité des hommes, dépend de celle du système global, ce qui fonde la solidarité sociale et écologique, de s'intéresser simultanément à l'état actuel du système et à sa dynamique. En étudiant, la façon dont les ménages répondent aux multiples chocs auxquels ils sont soumis, afin de préserver leur sécurité économique et alimentaire, on s'aperçoit que lorsqu'ils sont trop exposés aux risques, cela peut les conduire à dégrader les ressources auxquelles ils ont accès. Cela augmente alors la vulnérabilité aux chocs futurs et les pousse dans un cercle vicieux avec dégradation progressive de leurs situations. La survie à court terme s'oppose alors à la durabilité (pièges de pauvreté).

3. La vulnérabilité à plusieurs facteurs de stress : vers une analyse dynamique de la vulnérabilité

Dans cette section, nous examinons, la littérature émergente sur la vulnérabilité à différents facteurs de stress. L'idée d'aborder cette vulnérabilité est de comprendre la dynamique et les interactions qui existent entre les expositions, les sensibilités, les réponses et les résultats de ces réponses.

Pour les communautés contemporaines du monde entier, chacune, située dans un contexte socio écologique distinct et chacune avec ses propres histoires et vision de l'avenir, des changements anthropiques se produisent à des échelles et vitesses différentes incluant des facteurs environnementaux, économiques, technologiques, socio culturels, démographiques, ou de gouvernance (Bennett et al., 2015, Giecc, 2014). Ces changements interagissent pour produire des résultats radicalement différents pour les communautés à différents endroits (O'Brien & Leichenko, 2003; Bennett et al., 2015;).

Pourtant considérée comme thème transversal dans la recherche sur les dimensions humaines du changement environnemental global, la vulnérabilité est beaucoup analysée par rapport aux changements climatique, indépendamment des autres facteurs de stress notamment les changements structurels associés à la mondialisation économique (Kasperson et al., 2001; O'Brien et al., 2004; Polsky et al., 2007).

Les efforts de réduction de la vulnérabilité ont tendance à se concentrer sur les facteurs manifeste qui contribuent aux résultats négatifs pour les populations, tout en ignorant de nombreux facteurs sous-jacents qui influencent l'exposition des personnes et leur capacité à réagir aux chocs et facteurs de stress (O'Brien et al., 2009b).

De nombreux auteurs soutiennent que le changement climatique n'est qu'un des facteurs de stress multiples qui causent la vulnérabilité, et ces auteurs soulignent l'importance de comprendre les interactions entre les changements environnementaux mondiaux comme le changement climatique, mais aussi d'autres changements sociaux, économiques et politiques se produisant à différentes échelles spatiales et temporelles pour penser des politiques d'adaptations efficaces. Il existe des interconnexions complexes concernant la vulnérabilité humaine et les changements climatiques. Ces changements ne doivent pas être analysés de façon isolée car d'autres facteurs de stress façonnent le contexte dans lequel le changement climatique se produit (Leichenko et O'Brien, 2002; Turner *et al.*, 2003; Eriksen *et al.*, 2005; Adger, 2006; O'Brien *et al.*, 2007; Bennett *et al.*, 2015). Les populations sont confrontées à un éventail plus large de facteurs de stress climatiques et non climatiques qui affectent la durabilité des ressources naturelles et la capacité d'adaptation des populations (Bennett et al., 2015).

L'analyse de la vulnérabilité à différents facteurs de stress permet de distinguer différents moteurs et causes de la vulnérabilité chronique et transitoire (Reid and Vogel, 2006a).

Pour Kelman et al (2005), les facteurs de stress multiples ont été étudiés pendant des décennies alors que pour Bennett et al. (2015), les facteurs de stress multiples constituent un intérêt de recherche relativement nouveau. Räsänen et al., (2016) ont passé en revue la littérature actuelle existante sur le changement climatique afin d'examiner comment les multiples processus qui affectent la vulnérabilité humaine ont été étudiés. Les résultats de leur étude soutiennent que la littérature actuelle sur les multiples facteurs de stress est un domaine relativement nouveau qui a commencé à émerger avec une littérature se développant surtout depuis 2010.

A une échelle globale Leichenko & O'Brien, (2008) en examinant les synergies entre les deux processus mondiaux du changement climatique et de la mondialisation économique introduisent la théorie de la « double exposition » en considérant les impacts conjoints des deux processus. Ils parlent de double exposition en faisant référence aux cas où une région, un secteur, un écosystème ou un groupe social particulier est confronté aux impacts à la fois du changement climatique et de la mondialisation économique et reconnaît que les impacts climatiques sont influencés non seulement par les tendances socio-économiques actuelles, mais aussi par les changements économiques structurels qui réorganisent les activités économiques. La double exposition pour ces auteurs évoque l'existence de multiples facteurs de stress qui affectent simultanément les individus, les communautés, les groupes et les secteurs et interagissent pour produire des résultats à la fois positifs et négatifs.

Füssel & Klein, (2006) parlent de « *vulnérabilité de deuxième génération* » pour estimer de manière réaliste la vulnérabilité de certains secteurs au changement climatique en lien avec d'autres facteurs de stress.

Belliveau et al., (2006) parlent « d'expositions multiples » pour déterminer les différentes expositions des producteurs aux risques y compris les effets interactifs de ces risques et leurs impacts dans leur capacité actuelle à s'adapter.

O'Brien et al., (2007) pour introduire la vulnérabilité à de multiples facteurs de stress, font une distinction entre la vulnérabilité axée sur les résultats, et la vulnérabilité contextuelle. La première désigne un résultat linéaire des impacts projetés sur l'unité exposée alors que la vulnérabilité contextuelle s'appuie plutôt sur une approche processuelle et multidimensionnelle dans laquelle différentes structures et conditions sociales, économiques politiques et institutionnelles affectent également la vulnérabilité. Aborder la vulnérabilité

comme contextuelle attire l'attention sur les effets en cascade de différents processus politiques économiques et socio-écologiques qui rendent les gens différemment vulnérables aux changements de leur environnement (Adger, 2006a; Räsänen et al., 2016).

Pour Räsänen et al. (2016) les facteurs de stress peuvent être trouvés à différentes échelles. Certains des facteurs comme le manque de revenus ou une mauvaise santé ont des effets sur la vie du quotidien, alors que d'autres facteurs de stress, comme le changement climatique ou la mondialisation sont des forces à l'échelle mondiale qui pourraient exercer un effet sur des facteurs de stress plus immédiats. Cela souligne le caractère interdépendant des facteurs de stress à différentes échelles. Aussi, de nombreux facteurs de stress sont hétérogènes et leurs impacts peuvent varier selon le contexte.

Aussi, la vulnérabilité peut être le résultat de facteurs de stress multiples, ou les facteurs de stress multiples peuvent avoir un impact sur le contexte dans lequel la vulnérabilité est vécue (O'Brien et al., 2007)

Les résultats issus de ces travaux émergents s'accordent à dire que les communautés sont sensibles à de multiples facteurs de stress. Cette réflexion sur les facteurs de stress multiples introduit l'idée du caractère dynamique de la vulnérabilité.

Eakin, (2003), montre comment des petits exploitants agricoles au Mexique, qui en adoptant l'irrigation et en se réorientant vers la production de légumes pour le marché, qui à première vue devrait réduire leur vulnérabilité à la variabilité des précipitations, de l'irrigation a pu les exposer à un ensemble différent de risques et de coûts, les rendant plus vulnérables qu'attendu. Pour aborder cette dynamique de la vulnérabilité, Eriksen et al., (2005) soulignent le lien inhérent entre les processus opérant au sein de la société et à d'autres échelles. Ceci contribue au dynamisme et à la complexité de la vulnérabilité. Ce dynamisme est le résultat de l'évolution dans le temps de processus qui influencent la vulnérabilité.

Belliveau et al. (2006), en évaluant la vulnérabilité dynamique des viticulteurs et des exploitants vinicoles de la vallée de l'Okanogan au Canada montrent la diversité de facteurs de stress externes et internes auxquels les producteurs sont exposés. Ils montrent également que les adaptations réalisées par les producteurs peuvent modifier la nature de l'exploitation et sa vulnérabilité soulignant ainsi le caractère dynamique de la vulnérabilité.

Les travaux de Reid & Vogel, (2006), en analysant les multiples forces et phénomènes agissant sur les communautés rurales dépendantes des ressources en Afrique du sud et en Afrique subsaharienne ont montré que la vulnérabilité changeait dans le temps, et dans certains cas était cyclique. Dans les pays du sud, certaines mesures prises à des fins d'adaptations et

d'atténuation exacerbent les vulnérabilités existantes ou entraînent d'autres vulnérabilités (Reid and Vogel, 2006b; Bose, 2017).

Scholz et al., (2012), pour résumer le caractère dynamique de la vulnérabilité, distinguent quatre changements majeurs dans la vulnérabilité d'un système dans un intervalle de temps. En premier, la vulnérabilité peut changer à mesure que de nouveaux événements qui ne se sont pas produits apparaissent au fil du temps, ou certains événements (défavorables peuvent disparaître. Deuxièmement, les probabilités d'occurrence de certains événements peuvent changer (probabilités changeantes). Troisièmement, la fonction qui évalue les événements peut changer au fil du temps à mesure que certains événements/résultats deviennent plus ou moins importants (changement de valeurs ou de fonctions d'utilité). Et quatrièmement, en raison de la capacité d'adaptation, un décideur peut développer certaines nouvelles actions qui n'étaient pas disponibles auparavant, ou la capacité de montrer certaines actions peut disparaître (créant de nouvelles alternatives d'action).

Ainsi la vulnérabilité des populations à l'insécurité économique et alimentaire est le sujet de plusieurs travaux de recherche s'intéressant aux trajectoires des ménages et des socio-éco systèmes. Dans Tapsoba et al., (2018), les auteurs montrent comment un périmètre irrigué au Burkina-faso accroît la vulnérabilité des exploitants agricoles du fait de la multitude d'aléas auxquels ils sont soumis et de la moindre diversification de leurs activités par rapport aux exploitants des alentours restés en pluvial.

Conclusion

Aujourd'hui dans la littérature scientifique, les références liées à la vulnérabilité sont foisonnantes. L'analyse globale nous montre différentes disciplines, écoles de pensées et approches qui ont participé à l'évolution du concept et de l'analyse de la vulnérabilité.

Pour certains, la causalité est linéaire et considèrent la vulnérabilité d'une entité à un aléa naturel dont il s'agit d'identifier les multiples conséquences et de réduire le coût des pertes (Burton, 1993a). Pour d'autres, la vulnérabilité est un point de départ, une condition sociale ou les caractéristiques initiales de l'objet étudié déterminent sa sensibilité face aux dommages (Cutter, 1996). Dans les études du développement, la vulnérabilité est considérée comme l'expression de ressources ou le manque de conditions affectant la capacité à faire à un contexte critique (Buchheit et al., 2016).

Notre analyse montre que le concept de vulnérabilité a évolué avec les contextes sociaux politiques, économiques. Par exemple la théorie du droit a émergé pour expliquer l'insécurité alimentaire et les bouleversements sociaux, et le modèle pression et relâchement a émergé dans le contexte de la décennie de réduction des catastrophes naturelles instaurée par l'ONU en 1990.

Cette évolution de la réflexion à propos de la vulnérabilité a conduit à une vision plus communément admise de la vulnérabilité qui la considère comme le résultat de l'interaction entre l'exposition, la sensibilité et la capacité d'adaptation. Cependant, les percées méthodologiques (indicateurs, échelles et niveaux) ne soulèvent pas d'avis unanimes (Janin 2006b).

L'analyse montre également un chevauchement et parfois un croisement d'idées et de méthodes entre les différentes disciplines. Plus récemment, face au changement environnemental une réflexion sur la vulnérabilité des systèmes homme environnement a émergé. L'analyse s'inspire des travaux précédents et prend en compte à la fois la dimension écologique et la capacité des groupes sociaux à apprendre des perturbations et à plus ou moins long terme les caractéristiques sociales et biophysiques du système.

Dans la continuité de la prise en compte des facteurs humains et non humains de nombreux travaux émergent dans l'analyse de la vulnérabilité intégrant les expositions multiples, les interactions, et les boucles de rétroactions (Leichenko et O'Brien, 2002; Turner *et al.*, 2003; Eriksen *et al.*, 2005; Adger, 2006; O'Brien *et al.*, 2007; Bennett *et al.*, 2015).

Ces travaux soulignent la dynamique qui existe entre les facteurs d'expositions, d'impacts, des réponses et des résultats qui sont en constante évolution.

Notre réflexion sur la vulnérabilité s'inscrit plus dans le sillage de la vulnérabilité dynamique ou la vulnérabilité est simultanément un état et un processus façonné par différents facteurs en interaction tout en accordant une place particulière à la trajectoire historique de l'objet étudié. Parce que la vulnérabilité est propre à chaque entité, elle ne peut être une notion universelle et une approche conceptuelle unique (Gallopín, 2006; Barnett and O'Neill, 2010b). Pour la suite de notre analyse nous définissons la vulnérabilité comme la limite au-delà de laquelle un système, un sous-système, ou un composant du système est susceptible de subir des dommages en raison de son exposition, de sa sensibilité à plusieurs facteurs de stress ainsi que de la manière dont il est susceptible de réagir et mettre en œuvre des stratégies et des mesures qui favorisent la récupération et à long terme l'adaptation. Ces mesures dépendent intimement de la trajectoire historique du système qui définit la disponibilité et l'accès aux ressources par les individus (ou groupe) et leurs capacités à les utiliser pour se protéger,

Chapitre 1. La vulnérabilité, un processus dynamique dans le temps et dans l'espace

répondre, se remettre et se maintenir face aux chocs et dommages qu'ils peuvent subir. La force de ces capacités est fortement dépendante de l'environnement externe qui l'encadre (d'Ercole, 1998; Barrett *et al.*, 2001; Turner *et al.*, 2003; Cutter et Finch, 2008; Ribot, 2010; Sila *et al.*, 2022).

Chapitre 2 : Avant-propos

Le chapitre 2 retrace dans sa première partie la genèse, l'évolution et les dynamiques de l'irrigation dans la vallée du fleuve Sénégal. En deuxième partie, nous dressons le portrait de la nouvelle reconfiguration du système social, agricole de production issu de ces aménagements. Enfin la troisième partie dresse le bilan de ces décennies d'aménagements.

Chapitre 2 : l'irrigation dans la vallée du fleuve Sénégal histoire, évolutions et bilans

Introduction

Classé comme pays en développement, le Sénégal a une population rurale qui représente 55% de la population totale. Même si l'économie du Sénégal n'est pas fondée sur l'agriculture, le secteur agricole contribue à 9% du PIB national (ANSD, 2020) et est le moteur du secteur primaire. Elle occupe 50% de la population active et constitue la source de revenus de la plupart des ménages ruraux. Le climat sénégalais est soumis à plusieurs contraintes notamment hydrologiques en raison d'une irrégularité et une insuffisance des précipitations qui sont autant de freins au développement de l'agriculture.

Le Sénégal dispose de la deuxième plus grande réserve d'eau douce de l'Afrique de l'ouest et de terres disponibles pour l'agriculture, des conditions qui ont légitimé et favorisé le développement de l'irrigation notamment dans la vallée du fleuve Sénégal. La promotion de l'agriculture irriguée a toujours été perçue comme un moyen de renforcer la sécurité alimentaire, de réduire la pauvreté et d'améliorer les conditions de vie des populations. Les politiques à propos de l'irrigation entamées depuis maintenant plusieurs décennies se sont développées selon des contextes, des modalités et des objectifs différents dans le temps.

L'objectif de ce chapitre est d'analyser le contexte de la mise en place de l'irrigation dans la vallée du fleuve Sénégal, depuis son introduction jusqu'à nos jours, et d'exposer le bilan de ces décennies d'aménagements.

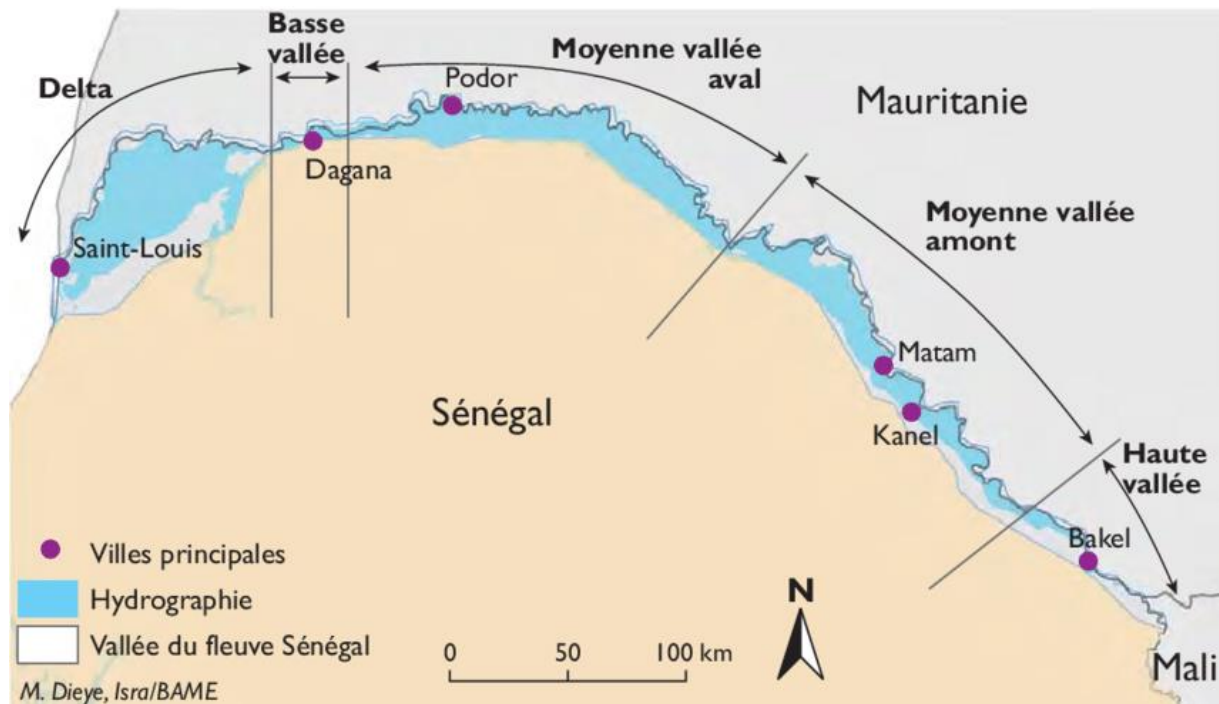
Dans la première partie de ce chapitre, nous tentons de retracer la genèse, l'évolution, la dynamique et les motivations de l'irrigation dans la vallée du fleuve Sénégal. Dans la deuxième partie, nous dressons le portrait de la nouvelle configuration du système social, agricole de production issu de ces aménagements. Enfin la troisième partie dresse le bilan de ces décennies d'aménagements.

1. L'irrigation dans la vallée du fleuve Sénégal, genèse et dynamique

1.1. Présentation physique et historique de la zone de la vallée

Deuxième plus long fleuve d'Afrique de l'ouest après celui du Niger (4200km), le bassin versant du fleuve Sénégal long de 1800km couvre une superficie d'environ 300 000 km² et s'étend sur les territoires de la Guinée, du Mali, de la Mauritanie et du Sénégal (Degeorges and Reilly, 2006). Au Sénégal, le fleuve irrigue trois régions (Saint-Louis, Matam et Tambacounda). Le fleuve traverse des milieux aux caractéristiques variées.

La carte suivante (Carte 1) présente la vallée du fleuve Sénégal d'amont en aval.



Carte 1 : Carte de la vallée du fleuve Sénégal.

Source : Dieye ISRA BAME

Tout d'abord, le haut bassin qui se situe en amont de Bakel, le relief y est accidenté avec des altitudes pouvant atteindre 1000 m. La pluviométrie peut y atteindre 2000 mm/an (Andersen et al., 2001). La vallée proprement dite forme, de Bakel à Richard Toll, un grand arc de cercle de 600 km de long et dont le lit majeur couvre plus de 500 000 hectares de terres alluvionnaires cultivables (SAED, 1997). Le relief y est plat et peut être interrompu par les systèmes de levées fluvio-deltaïque

Le climat de la zone est de type sahélien et caractérisé par une saison d'hivernage de juillet à octobre, une saison sèche fraîche de novembre à février et une saison sèche chaude de mars à juin .

Au plan pluviométrique la vallée du fleuve Sénégal se situe entre les isohyètes 200 et 400 mm (Albergel and Lamagat, 1991). C'est l'une des régions les moins pluvieuses du Sénégal.

L'alternance des flux d'alizé et de mousson est à l'origine de deux saisons bien distinctes : une saison sèche (novembre à mai) et une saison humide (juin à octobre). La mousson, flux chaud et humide qui peut séjourner dans le delta de juin à octobre n'est pas régulière, ce qui provoque souvent des débuts précoces de saison des pluies et lorsque la saison des pluies est bien installée, les pluies peuvent se déplacer soudainement vers le sud. Les mois d'août et septembre sont les plus pluvieux de l'année, ils représentent près de 70% des pluies de la zone (Albergel and Lamagat, 1991; Albergel et al., 1997; Roquet, 2008).

La figure 5 représente le profil transversal des espaces de production agricoles de la vallée du fleuve Sénégal. Grand foyer de peuplement et de civilisations agraires, et située dans la partie la plus septentrionale du Sénégal, depuis la frontière du Mali jusqu'à l'océan atlantique sur une longueur de 100km (Mathieu, 1990), la configuration agro écologique de la vallée du fleuve Sénégal se décompose en trois zones distinctes sur lesquelles reposait le système agricole traditionnel. Les terres du Walo (vallée alluviale) zone de pratique des cultures de décrue (sorgho) situées principalement sur les cuvettes inondées lors de la crue du fleuve. Les terres du Jeeri (dunes bordant la vallée) zone de culture pluviale (mil), d'élevage et de repli du bétail pendant les périodes de décrue.

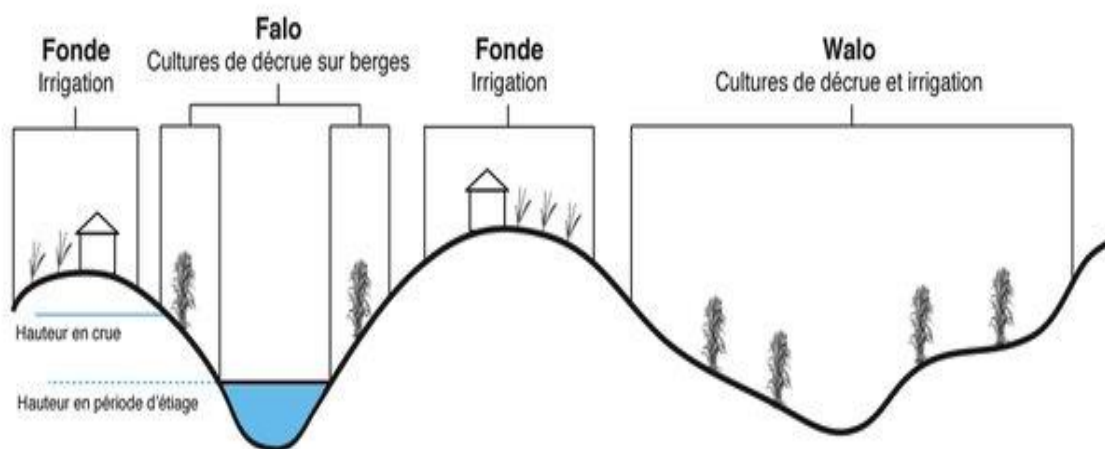


Figure 5 : Profil transversal du lit majeur et occupation des espaces agricoles dans la vallée du fleuve Sénégal. Source : Bruckman et Beltrando 2013

Le système agricole traditionnel se faisait au rythme du régime hydrique du fleuve (crue) ou de la pluviosité et la complémentarité entre les cultures permettait d'assurer une production agricole répartie dans le temps (Lericollais, 1976; Boivin et al., 1995). La pêche constituait une activité de moyens de subsistance pratiquée par les populations riveraines. Mais face aux

impératifs politiques de développement suite aux indépendances de 1960 et à des conditions climatiques difficiles affirmées par les épisodes de sécheresses des années 1970 qui a touché toute la zone sahélienne, le développement de l'irrigation est apparu comme un choix susceptible de sécuriser et d'accroître la production agricole (Mathieu, 1990).

Si l'aménagement s'est essentiellement développé dans les années 70, les premiers projets de développement hydro-agricoles datent de la période coloniale (Barreteau, 1998). Les premiers essais d'aménagements de casiers irrigués datent de 1820 avec des jardins expérimentaux à Richard Toll, Dagana ou Saint Louis ou sur des cuvettes sans planage étaient testées des cultures de légumes, fruits, coton et indigo (Jamin, 1993). Cet intérêt sera poursuivi jusqu'à la période coloniale avec la création de la Mission d'Aménagement du Fleuve Sénégal (MAS) axée sur la culture du coton et plus tard avec la seconde guerre mondiale, les difficultés d'approvisionnement poussent à la culture du riz (Jamin, 1993). Ces premières actions à propos de l'irrigation vont fortement participer au processus de développement de l'irrigation post indépendance.

La vallée du fleuve Sénégal est depuis toujours considérée par les pouvoirs publics comme un lieu majeur pour la réalisation des objectifs d'autosuffisance en riz (Bélières *et al.*, 2013; Bruckmann, 2018) et l'irrigation y a connu un développement rythmé par différents objectifs, contraintes et ambitions.

1.2. Au lendemain des indépendances, des ambitions de développement rattrapées par des contraintes liées aux sécheresses

Le Sénégal, comme d'autres pays de la sous-région africaine (Mali, Mauritanie) fut indépendant en 1960. A la période de l'indépendance, l'agriculture occupait 85% de la population active, caractérisée par une insuffisance de commercialisation touchant principalement l'arachide. L'Etat tente alors de consacrer le maximum d'efforts dans ce secteur (Ndiaye, 2018). Le Sénégal, comme la plupart des pays africains s'est inspiré d'approches progressistes orientées vers l'industrialisation avec des états interventionnistes (Fall *et al.*, 2017). Là, il s'agissait de créer un état souverain. Mais la faiblesse des infrastructures et des devises contraignait le Sénégal à créer des villes, équipements, et à tenter de se résoudre à la dépendance de l'aide internationale en produisant l'essentiel de sa nourriture. L'aménagement du cours d'eau engagé à partir des années 1960 était censé y répondre.

Même si diverses initiatives ont été entreprises en vue de la mise en valeur du fleuve comme en attestent les études partielles sur la navigabilité du fleuve publiées en 1908 sous le titre d'instructions nautiques entre Saint Louis et Kayes (924Km), ou encore les tentatives de la mission d'études du Fleuve et du Delta par la mission d'aménagement du Fleuve Sénégal⁴, ce n'est qu'en 1964, suite aux indépendances des pays riverains du fleuve (Sénégal, Mali, Mauritanie, Guinée) que le processus institutionnel s'accélère. Le fleuve acquiert « un statut juridique international suite à la convention internationale du 6 février 1964 relative au statut du fleuve ou son eau devient une ressource collective des différents états du bassin du fleuve » (Bruckmann, 2018a).

Au Sénégal, l'intérêt pour la mise en valeur du fleuve va se renforcer avec la création de l'organisation autonome du Delta (OAD) en 1960. Cette organisation va réaliser des aménagements et encadrer les populations en appui à la mission d'aménagement du fleuve Sénégal (MAS) qui continuait à intervenir dans le domaine des études des grosses infrastructures. Cela matérialise l'ambition étatique de développement agricole à partir de la maîtrise de l'eau (Diouf, 2013).

En 1965, l'OAD et la MAS seront remplacées par la société d'aménagement et d'exploitation des terres du Delta SAED, dotée de moyens matériels et humains plus importants que ses prédécesseurs. Créée avec un statut d'établissement public à caractère industriel et commercial (EPIC), l'objectif affiché de l'état sénégalais était de poursuivre la politique hydro agricole en mettant en place un système de développement agricole administré. L'idée était de contribuer à la diminution du déficit vivrier du Sénégal et à la réduction des importations de riz blanc qui à cette même année (1965), s'élevaient à 150000 tonnes (Diagne 1995). A partir de 1965, la SAED, entreprend dans le delta un vaste programme de mise en valeur à deux niveaux : celui des grands aménagements, où elle fait appel à une mécanisation intense tant pour la mise en valeur que pour l'exploitation, et celui des périmètres irrigués villageois à partir de 1974, où l'essentiel des tâches sont exécutées manuellement par les paysans (Diagne 1990). Le projet colonial est repris avec une intervention massive de l'Etat à travers les grandes sociétés publiques (Barreteau, 1998, ; Diouf, 2013). La SAED doit s'assurer de la mise en valeur de plusieurs dizaines de milliers d'hectares et assurer le peuplement et la colonisation agricole à travers la fixation des familles (Seck et al., 2009).

⁴ <https://www.omvs.org/historique/>

Comme le définit sa loi de création, « la SAED a pour vocation d'effectuer sur les terres qui lui sont affectées tous les aménagements et travaux nécessaires à leur mise en valeur, leur peuplement et leur exploitation » (SAED 1964, Niang). En plus, la SAED doit assurer trois fonctions : la fonction d'aménagement, la fonction d'exploitation et d'encadrement et la fonction de transformation et de commercialisation.

Les paysans qui n'avaient aucune tradition hydraulique étaient encadrés et assistés et la société intervenait à tous les stades d'aménagement et de production. Les études, l'entretien des aménagements ainsi que la formation des paysans (vulgarisation des techniques d'exploitations) étaient assignés à la SAED (Seck et Lericollais, 1986).

Le principe d'aménagement retenu à l'origine était de type primaire ou une digue périphérique dotée d'ouvrages de prises permettait de réguler approximativement le niveau de l'eau dans les cuvettes par l'utilisation gravitaire de la crue devant ainsi empêcher l'intrusion de l'eau salée. Les premiers rendements obtenus attestent de l'insuffisance des aménagements préconisés du fait de dénivellations parfois importantes à l'intérieur d'une même cuvette. En 1966, la SAED passe à la réhabilitation d'aménagements secondaires dont les limites ont été très vite attestées et qui seront renforcées par des stations de pompage. La SAED passe ensuite à l'aménagement secondaire avec une maîtrise complète de l'eau au niveau des parcelles avec la mise en place d'un réseau d'irrigation et d'un réseau de drainage (Niang, 2014).

Au cours de cette période post indépendance, entre 1965 et 1970, les objectifs visant à fixer les populations du delta et l'introduction de la riziculture irriguée ont été atteints. Mais, les résultats en termes de production demeuraient faibles et la contribution à la satisfaction des besoins nationaux était insignifiante (Diouf 2000).

1.3. Les épisodes de sécheresse comme cause de la remise en question du système de production traditionnel

Alors que le bilan de cette première phase d'aménagement post indépendance n'est pas achevé, le Sénégal comme l'ensemble de la zone sahélienne est frappé par des sécheresses répétitives à partir de 1970. Ces événements climatiques défavorables ont considérablement réduit les potentialités agricoles se traduisant par de grands déficits vivriers et une forte désertification. Cette crise met en évidence deux réalités « la fragilité et les limites d'une agriculture aléatoire, et la dépendance à l'international » (Niang, 2014). Ces limites renforcent l'idée de la remise en question du système de production traditionnel.

L'Organisation pour la Mise en Valeur du Fleuve Sénégal (OMVS) ainsi créée en 1974, est née dans le contexte particulier de la sécheresse sahélienne des années 1970, avec des missions très vite orientées sur le développement économique et la réduction de l'incertitude hydro-climatique (Bruckmann, 2018). Cette initiative se conclut par l'aménagement de périmètres irrigués dans les années 1975 (Schmitz, 2008) et la construction du barrage de Diama mis en chantier en 1981 et achevé en 1985 et celui de Manantali en 1982 et achevé en 1988. Ces infrastructures de maîtrise de l'eau ont pour fonctions principales de satisfaire les besoins en eau des surfaces irriguées et d'alimenter en électricité les trois capitales (Dakar, Nouakchott et Bamako) dont la démographie explose, avec la création d'une centrale hydroélectrique pouvant produire plus de 800 Gwh par an. Ainsi 375 000 ha de surfaces irriguées sont créés : 240 000 ha au Sénégal, 126 000 ha en Mauritanie et 9 000 ha au Mali (Mietton et al. 2009).

Les Etats appuyés par les bailleurs internationaux accélèrent la construction de nombreux périmètres irrigués pour pallier à ce déficit vivrier et limiter la dépendance des systèmes de production vis-à-vis de l'aléa climatique. Un vaste programme de périmètres irrigués est engagé en 1975 et 1986 lequel assure la fourniture des motopompes et l'encadrement des producteurs organisés en groupements. L'état Sénégalais tente de « substituer dans l'urgence des cultures irriguées aux cultures pluviales et de décrue durement compromises » (Garambois et al., 2018). Ce programme a connu un succès rapide, ce qui a suscité l'engouement des agences de coopération internationale (Schmitz, 2008).

1.4. Les plans d'ajustements structurels : vers le désengagement de l'état et la libéralisation de l'économie

Mais suite aux dégâts occasionnés par la sécheresse et la chute des matières premières l'Etat sénégalais connaît un effondrement de sa principale source d'exportation qui est la filière arachide, plongeant le Sénégal dans une quasi faillite (Fall *et al.*, 2017). L'état Sénégalais doit recourir à des emprunts pour essayer de réanimer son économie qui est en train de s'effondrer.

En accord avec les institutions de Bretton Woods⁵, le fond monétaire international (FMI) et la banque mondiale conditionnent leurs nouveaux prêts à des plans d'ajustement structurels visant à « assainir les finances publiques » (Bélières & Touré, 1999; Fall et al., 2017). Ces

⁵ Les accords de Bretton Woods sont des accords économiques qui ont été décidés suite à une conférence internationale qui s'est tenue à Breton Woods aux Etats Unis du 1 au 22 juillet 1944. Il s'agissait d'accords économiques qui dessinent les grandes lignes de du système financier international au lendemain de la deuxième guerre mondiale.

plans d'ajustements structurels, initiés au début des années 1980 obligent l'Etat sénégalais à limiter ses dépenses, à se désengager de la vie économique (Daré, 1998) et ses interventions ne doivent être que dans l'objectif de mieux faire jouer les lois du marché. Pour ce programme, nommé programme de redressement économique et financier, il s'agit clairement d'un appel à l'ouverture vers une économie de marché qui soutient l'exportation.

Le désengagement de l'Etat s'accélère par la mise en place de la Nouvelle Politique Agricole (NPA) menée à partir de 1984. Les principales orientations contenues dans ce programme visent à créer les conditions de relance de la production avec la participation effective de la population et en réduisant le rôle de l'Etat (Dieng et Gueye 2005). Les pouvoirs publics restreignent leur intervention à la sécurisation de l'accès à l'eau, renoncent à la régulation de l'accès au foncier et marquent un net recul dans l'intervention sur les marchés agricoles.

Dans ce processus, la SAED est d'abord transformée en société nationale en 1981. Puis elle opère un « désengagement » progressif tout au long des années 1980-1990.

En 1983, les coopératives classiques de producteurs ont été restructurées et on assiste à la création de sections villageoises et de groupements d'intérêts économiques. La loi portant sur les GIE, (GIE, loi 84-37) va permettre aux groupements de producteurs d'être reconnus officiellement (Tarrière Diop, 1996).

Jusqu'alors, c'était l'office national de la commercialisation et d'assistance au développement (ONCAD) qui assurait la distribution des crédits aux paysans et aux pêcheurs. Mais avec la nouvelle politique agricole, le 6 avril 1981 la caisse nationale de crédit agricole du Sénégal (CNCAS) a été créée (Le Roy, 2011) pour prendre le relais du financement dans la vallée. Désormais, l'accès au crédit est conditionné à l'appartenance à une organisation reconnue juridiquement (GIE), et suppose de disposer d'un compte à la banque de la CNCAS et d'un visa technique attesté par la SAED.

En 1987, la SAED se retire de la gestion directe des aménagements hydro agricoles, la fourniture des intrants et les prestations mécanisées (Le Roy, 2004a) déléguant la gestion de l'eau aux producteurs. Pour cela, au sein des grands périmètres les producteurs sont organisés en des organisations paysannes structurées autour d'unions hydrauliques. Les frais de maintenance et d'équipement des unités hydrauliques sont désormais à la charge des producteurs.

Pour les producteurs, le coût de l'irrigation s'accroît alors qu'en même temps on assigne à la vallée du fleuve Sénégal la vocation être le grenier à riz du pays notamment pour les grandes villes comme Dakar. Jusqu'alors la gestion et l'attribution du foncier était gérées par la SAED, mais les différentes réformes modifient le régime foncier. La gestion du foncier revient aux communautés rurales par l'intermédiaire des conseils ruraux (Boutillier, 1989). Avec la libéralisation de la filière riz, en 1986, la SAED vend ses rizeries et cesse l'achat du paddy et la commercialisation du riz blanc (Le Roy, 2011).

D'une filière avec deux acteurs principaux (producteurs et Etat) la filière rizicole est devenue à partir de 1987 un lieu d'intervention de multiples acteurs : producteurs, fournisseurs d'intrants et de matériels agricoles, prestataires de services agricoles dans la préparation des sols et les opérations de récolte-battage, transformateurs, commerçants ... (SAED, 2001).

En 1995, une opération de départs volontaires a réduit le personnel de la SAED de 955 agents à 293 agents (SAED, 2000). Cela marque un tournant décisif dans les fonctions de la SAED qui se résument à la maîtrise d'ouvrage des investissements agricoles réalisés au conseil et à l'assistance des acteurs professionnels de l'agriculture irriguée.

Toujours dans son rôle de régulateur du marché, l'Etat s'est lancé dans les mesures protectionnistes sur les intrants. Sur l'engrais il décide de contrôler le prix de vente avec comme objectif de réduire les coûts de fabrication et de rendre le riz local plus compétitif que le riz importé. Même si les premiers résultats sont satisfaisants, très vite, les surfaces cultivées en riz diminuent et en 1994 avec la dévaluation du FCFA, la crise se fait ressentir fortement dans les foyers Sénégalais. Cette dévaluation entraîne un renchérissement des coûts des facteurs de production, mais l'Etat sénégalais limite l'augmentation des prix de vente du paddy pour des raisons sociales et politiques (Le Roy, 2011). Mais en même temps chez les producteurs les coûts de productions et d'achats des intrants désormais libres et sans subventions plongent les producteurs dans une crise.

1.5. Une redynamisation des aménagements pour soutenir la politique de l'intensification du riz en 2000

Au lendemain de la dévaluation du FCFA, la croissance annuelle du PIB était de 3% (LPDA, BAME, 2008) et l'Etat sénégalais a engagé une relance libérale du secteur agricole.

L'année 2000 correspond à la première alternance politique depuis l'indépendance. L'agriculture, secteur vital de l'économie sénégalaise fait partie des priorités du nouveau gouvernement. L'Etat lance alors le programme d'autosuffisance alimentaire relayé à travers plusieurs programmes spéciaux et d'urgence. En 2006, le plan de retour vers l'agriculture est

lancé pour juguler l'émigration clandestine des jeunes vers l'Europe. Le plan propose de mettre en place des infrastructures rurales et d'appuyer les jeunes agriculteurs et les femmes, avec des moyens de production et de formation. L'idée est créer des pôles d'emploi sous forme de fermes villageoises (Oya and Ba, 2000).

La crise alimentaire de 2008 traduite par une flambée des prix sur les importations de riz met en évidence la forte dépendance du Sénégal à l'égard des importations pour l'approvisionnement alimentaire. Cette crise permet une prise de conscience de la vulnérabilité de la population à la hausse des prix et à la volatilité des marchés internationaux. En réponse à cette crise, et pour trouver une réponse rapide à la flambée des prix, le gouvernement sénégalais met en place la grande offensive de développement rural et d'abondance alimentaire, programme de plus de 344 milliards de FCFA, aussi appelée la grande offensive agricole pour la nourriture et l'abondance (GOANA). Un des volets importants de ce programme est matérialisé par le programme national d'autosuffisance en riz (PNAR) qui vise à atteindre une production nationale de paddy de 1,5 millions de tonnes de riz pour 2012. La vallée du fleuve Sénégal constitue le lieu par excellence choisi pour mettre en pratique ce programme ambitieux. Les superficies emblavées en zones irriguées (hivernage et contre saison chaude) passent à 43 953 ha, dont 41 566 ha dans la Vallée du Fleuve Sénégal, contre 27 792 ha en 2006/2007, soit un accroissement de 49,56 % (Ministère de l'agriculture 2009). Ces objectifs s'accompagnent d'un vaste programme de réhabilitation de 35000 ha dans la vallée, et la réalisation de nouveaux aménagements.

Au fil des décennies, la préférence alimentaire des Sénégalais pour le riz comme ingrédient de base du repas quotidien est de plus en plus affirmée. La consommation de riz passe de 163000 tonnes en 1960 à 1,6 millions de tonnes de riz en 2015 (International rice research institute, 2015 ; Manikowski & Strapasson, 2016). Les objectifs de relative indépendance alimentaire sont cependant loin d'être atteints et avec la croissance démographique la demande ne cesse d'accroître. Cette forte demande place le Sénégal au rang de deuxième importateur de riz en Afrique subsaharienne. Les objectifs des différents programmes n'étant pas atteints, l'Etat lance une nouvelle politique de développement rural appelé le PRACAS en 2014 dont l'objectif est d'atteindre l'autosuffisance en riz en 2017. Avec seulement une production d'un million de tonnes en 2018 (ANSD 2019), ce programme n'aura pas atteint ses objectifs escomptés.

2. Organisation et structure actuelle du système de production de l'irrigation

Tous ces changements de politiques et programmes en faveur de l'irrigation ont modifié le paysage agricole de la vallée du fleuve Sénégal. Cette partie présente la structure actuelle des aménagements agricoles, le mode de fonctionnement ainsi que le paysage des acteurs qui aujourd'hui organisent la production agricole dans la vallée.

2.1. Les aménagements

La superficie aménagée le long de la vallée du fleuve est de 116 829 ha (SAED, 2014)⁶ sur un potentiel estimé à de 240 000 ha (SAED, 2012).

Les types d'aménagements sont classifiés selon leur taille, leur conception et le mode de financement. On distingue les grands aménagements, les aménagements intermédiaires, les périmètres irrigués villageois, les périmètres irrigués privés (SAED 2005, Diop, 2008).

Sur le mode de gestion on distingue les grands aménagements transférés (GAT) et les grands aménagements non transférés (GANT). Pour les premiers (GAT), il s'agit d'un contrat de concession ou de gérance qui lie la SAED aux unions hydrauliques. C'est un transfert de compétence en matière de gestion et d'entretien des aménagements, même si l'État représenté par la SAED, reste propriétaire des équipements qui relèvent du domaine privé de l'État. Concernant les GANT, il s'agit de périmètres dont la réhabilitation n'a pas encore été réalisée. Dans ces périmètres, la SAED reste impliquée dans la gestion.

⁶ Ces données sur les superficies et les effectifs de périmètres aménagés datent d'environ 10 ans. Nous sommes bien conscients de l'ancienneté, mais nous n'avons pas pu trouver des données récentes.

Tableau 1 : Périmètres irrigués par catégorie (SAED, 2013 ; 2014)

Types	Dagana		Podor		Matam		Bakel	
	Superficies (ha)	Effectif	Superficies (ha)	Effectif	Superficies (ha)	Effectif	Superficies (ha)	Effectif
GANT	4 680	343	1 927					
GAT	13 027	356	0	52	778	35		
AI	631	13	4 197	128	809	34		
PIV	7 232	139	9 507	378	7 173	287	2 197	68
PIP	51 798	1 686	7 925	488	555	89	462	103
Total	77 368	2 537	23 556	1 046	9 315	445	2 659	

2.1.1. Les grands aménagements (GA)

Issu de la reconversion des anciennes cuvettes de submersion contrôlée, les grands aménagements, réalisés à partir des années 1972-1980 sont les premiers aménagements en maîtrise totale de l'eau. Les superficies sont relativement importantes (supérieures à 1000ha endiguées), et leur schéma d'aménagement parcellaire correspondant à un découpage du périmètre en secteurs d'irrigation de 50 à 100 ha où les parcelles sont systématiquement planées (SAED, 2021). L'approvisionnement en eau se fait par de grosses stations de pompes fixes électrifiées et régulées avec des pompes submersibles ou à axe vertical et des réseaux de drainage et d'irrigation en terre compactée avec ligne d'eau haute. Avec des coûts de réalisations moyens de 4 millions de FCFA/ha généralement financés par l'Etat et ses partenaires techniques et financiers, ces aménagements entièrement mécanisés sont majoritaires dans le delta et la moyenne vallée aval (Dagana, Podor).

2.1.2. Les périmètres irrigués villageois (PIV)

Développés majoritairement durant la période de la sécheresse des années 1970, les périmètres irrigués villageois (PIV), ont connu un essor rapide lors de cette crise visant à équiper au plus vite plusieurs villages. Avec de petites superficies de 20 à 50ha, ces périmètres sont aménagés de manière très sommaire sur les berges du fleuve avec des parcelles souvent non planées et très rarement équipées de réseau de drainage. Les aménagements ont été réalisés avec la participation physique des paysans. L'irrigation des parcelles se fait par le moyen d'un groupe motopompe sur bac flottant.

2.1.3. Les aménagements intermédiaires (AI)

Apparus au début des années 80, la conception des aménagements intermédiaires résulte de la combinaison des avantages liés aux GA et aux PIV. Avec des superficies autour de 500 hectares, les AI sont financés par l'Etat. Ils sont constitués de plusieurs unités autonomes d'irrigation (UAI) entre 20 et 30 ha. L'irrigation se fait au tour d'eau. Les composantes d'aménagement sont les mêmes que pour les grands aménagements.

2.1.4. Les périmètres irrigués privés

Apparus à partir de 1988, les périmètres irrigués privés (PIP) sont des aménagements sur initiative privée dont le développement s'est fait de manière assez rapide. Avec des superficies variant de 5 à 100ha, la conception de ces périmètres est assez similaire aux PIV. Leur développement à la fois rapide et incontrôlé a été favorisé par le reversement des zones pionnières en zones de terroirs (1987) gérées par les Conseils ruraux, la mise en place du crédit agricole à partir de 1988 (création de la CNCAS) et enfin, l'assouplissement de la réglementation coopérative avec la création des GIE à partir de 1984 (Diop, 2008).

2.2. Les organisations d'usagers

2.2.1. Les groupements d'intérêt économique GIE

Portées par des entités sociales locales traditionnelles, les groupements d'intérêt économique (GIE) formés à partir de 1984 (loi 84-07), sont apparus avec la réforme du secteur agricole en 1984 qui incitait l'État à se désengager en transférant certaines fonctions au secteur privé (prestations de services mécanisés, entretien des périmètres, fourniture d'intrant, décorticage, transformation et commercialisation). Ils disposent d'un statut juridique leur permettant l'accès au crédit et la mise en œuvre d'activités et sont considérés comme des structures économiques souples. Les GIE peuvent être formés par plusieurs producteurs, des associations paysannes de jeunes ou de femmes ou par des privés individuels ou familiaux (Seck, 1991). Les GIE sont dirigés par un Président, assisté d'un secrétaire-général et d'un trésorier et sont intégrés à des organisations paysannes plus grandes ou à des fédérations. Avant de pouvoir contracter du crédit pour la production agricole auprès de la caisse nationale de crédit agricole du Sénégal (CNCAS), les producteurs doivent s'organiser en groupement d'intérêt économique (GIE).

2.2.2. Les unions hydrauliques (UH)

Toujours dans le processus du transfert de la gestion, les unions hydrauliques (UH) sont nées dans une stratégie de fédérer les organisations paysannes. Les UH sont des organisations

engagées dans la gestion autonome des aménagements hydro agricoles. Constitués de regroupements d'organisations paysannes parfois de nature diverse (GIE, coopérative...) l'objectif est de mettre en place une échelle de gestion rationnelle de la ressource hydraulique. L'union a comme fonction de gérer une station de pompage électrique et à récolter les coûts hydrauliques pour payer les charges liées à l'utilisation des stations de pompage (Dia 2012). Elle assure également la prise en charge financière de la maintenance des aménagements terminaux, des stations de pompage. L'union est également en charge de constituer des provisions en cas de besoin de renouvellement d'équipements de pompage et assure la médiation entre ses membres et la CNCAS sur le crédit.

Chaque périmètre est géré par une union hydraulique disposant d'un statut juridique. Chaque UH a sous sa direction des organisations intermédiaires de base regroupant des exploitants de différents villages caractérisés par une maille hydraulique appelées organisation paysanne de base (OPB) caractérisées par une maille hydraulique.

2.2.3. Le conseil national de concertation et de coopération des ruraux

Dans un objectif de meilleure prise en compte des préoccupations des organisations paysannes dans les politiques définies par l'état, le cadre national de concertation et de coopération des ruraux est créé en 1993⁷ à la suite de la fédération de plusieurs organisations de base structurées du village à la région. Cette structure regroupe toutes les organisations rurales de chaque région. D'un point de vue juridique et pratique, chacun des membres du CNCR constitue une entité unifiée d'OP disposant de son autonomie. Il a pour mission de mettre en place un cadre de dialogue entre paysans et autorités publiques. Devenu interlocuteur privilégié pour le développement rural, le CNCR est la structure qui a réussi à négocier avec la CNCAS faisant baisser le taux d'intérêt du financement agricole de 12,5% à 7,5%. Il a également mené le processus de réflexion sur les réformes foncières et l'élaboration de la loi d'orientation agro sylvo- pastorale (LOASP).

2.2.4. Les comités nationaux de concertation

Dans le cadre de l'expression du transfert de la gestion des filières agricoles de l'Etat aux opérateurs (organisations paysannes, secteur privé) intervenu dans les années 1980, les comités interprofessionnels pour différentes filières ont été créés.

⁷ <https://www.cncr.org/fr/>

Ces interprofessions qui regroupent les professionnels des différents segments de chaque filière constituent les interlocuteurs de l'Etat et des bailleurs de fonds par rapport à toutes les décisions politiques et économiques à prendre relativement à toute filière.

2.3. Organisation de la production agricole

2.3.1. Les principales cultures irriguées dans la vallée

L'irrigation permet une double culture de riz hivernale (de juillet à octobre), de riz de contre saison chaude de (mars à Juin), et une culture de contre saison froide (de Novembre à Février). Les cultures irriguées dominantes dans la vallée sont le riz, l'oignon, la tomate.

Tableau 2 : Répartition des aménagements dans la vallée du fleuve Sénégal (SAED, 2012)

Zones	Potentiel	Aménagé		Disponible ⁸	
		Riz	Polyculture	Riz	Polyculture
Dagana	115200	48 634	28 733	97	37 736
Podor	57 600	11 984	11 318	20 689	13 609
Matam	43 200	5 627	4 406	11 922	15 234
Bakel	24 000	1 415	2 003	10 956	15 637
Total vallée	240 000	67 660	46 460	43 664	82 16

✚ Le riz

Le riz occupe la part la plus importante des superficies cultivées en irrigué dans la vallée du fleuve Sénégal. La double culture de riz est possible avec une saison de culture durant la saison pluvieuse appelée riz d'hivernage (juin à octobre) et une culture durant la contre saison chaude.

- Le riz de contre saison chaude réalisé lors de la saison sèche et chaude, avec des semis de mi-février à mars ;
- Le riz de saison hivernale réalisé lors de l'hivernage, avec des semis de juin à fin août .

✚ La tomate

⁸ La superficie disponible correspond à la superficie identifiée comme exploitable pour l'irrigation mais pas encore aménagée

Introduite en 1970-1971 dans le Delta pour amorcer la diversification après la grande promotion du riz, la tomate destinée à la transformation en concentré de tomate par la SOCAS (Société de Conserves Alimentaires au Sénégal) est considérée comme la principale culture agro industrielle de la vallée (Ministère de l'agriculture 2005). La culture de la tomate se déroule durant la contre saison froide de novembre à Mai.

L'ensemble de la production est réalisé sous contrat entre les GIE et les industriels. La CNCAS assure la mise en place d'un crédit de campagne spécifique. Une fois le crédit accordé, les GIE mettent en place la culture selon les normes techniques définies par la SOCAS. Les techniciens de la SOCAS assurent un suivi aux champs de l'itinéraire technique notamment sur le respect des traitements phytosanitaires. En cas d'écart par rapport à la norme technique le contrat peut être rompu

🌱 L'oignon

Également pratiquée pendant la contre saison froide, la culture de l'oignon est devenue significative 'à partir des années 1980. Les surfaces cultivées dans la vallée sont passées de moins de 500ha avant 1975 à plus de 2900 ha en 1990 (David-Benz and Ba, 2000) à près de 5.100 ha en 2007 (dont plus de 4.000 ha dans la vallée du fleuve Sénégal). L'oignon représente 32 % de la production de légumes du Sénégal et 20% des dépenses en légumes des ménages, (Direction de l'Horticulture, 2017). Aujourd'hui, l'oignon occupe le premier rang des cultures maraîchères au Sénégal.

Contrairement au riz ou à la tomate, cette culture qui pourtant nécessite d'importants couts de productions (plus de 800.000 F CFA par hectare) ne bénéficie pas d'intervention publique, d'encadrement encore moins de crédit l'ensemble des acteurs sont des opérateurs privés.

2.3.2. Le financement des intrants et des services de la production

La CNCAS est un acteur clé dans l'octroi des crédits de campagne pour l'acquisition d'intrants et de matériels et services agricoles (travail du sol, mécanisation) et finance également les campagnes de commercialisation.

Afin de pouvoir contracter un emprunt auprès de la banque agricole (CNCAS), il est demandé aux producteurs de faire partie d'un groupement d'intérêt économique et d'utiliser des semences certifiées.

Pour le financement des intrants de la production, la demande de crédit se fait au travers d'une demande d'expression de besoin auprès la SAED. Le processus démarre avec le recensement des besoins des producteurs par les OP et la demande est formulée sur une base collective au

niveau du GIE et transmise à l'Union villageoise. L'union avec l'appui de la SAED définit de manière exhaustive ses besoins et la somme totale de ses charges de production. Les capacités de remboursement vérifiées par la SAED doivent figurer sur la demande. La SAED doit ensuite apposer son visa technique prouvant la solvabilité du demandeur, la conformité de sa demande et se charge de soumettre la requête collective à la CNCAS.

Le crédit sert à l'achat d'intrants (engrais, pesticides et semences) qui seront par la suite distribués aux membres, le crédit couvre également le cout hydraulique et la redevance OMVS. Il s'agit d'un crédit court remboursable en six mois et dont le taux d'intérêt varie entre 5,6 et 7,5 % selon la catégorie de l'Union (Dia 2012). Ce crédit doit être obligatoirement remboursé même en cas de calamité majeure ou perte de récolte du fait des conditions environnementales.

Les membres du GIE s'engagent à une répartition collective des couts et des risques économiques à travers le crédit solidaire. L'approvisionnement en intrants pour la production agricole est également très réglementé par la banque qui exige aux producteurs l'utilisation de semences de qualité. Il se fait par appel d'offres au niveau du comité interprofessionnel de la filière ouvert à réseau d'acteurs privés, publics et associatifs. L'accès aux intrants se fait à crédit avec les bons de livraison délivrés par la CNCAS. La livraison se fait au niveau des magasins des distributeurs dans les zones de distribution ou par livraisons directes. Le crédit est dénoué avec la remise des bons de livraisons aux GIE pour les prêts approuvés avec des modalités d'utilisations sont à respecter par les producteurs.

2.3.3. La production, la commercialisation et la transformation : une organisation selon la filière

Beaucoup de GIE de base se sont regroupés pour constituer des comités interprofessionnels mis en place au sein de certaines filières (riz, tomate, oignon...). L'objectif de ces comités interprofessionnels, est d'assurer une production de qualité de défendre les intérêts des producteurs, de contribuer au règlement amiable et préventif des litiges et d'assurer une meilleure commercialisation des produits de la récolte.

✚ Le riz

Pour le riz par exemple, le crédit accordé par la CNCAS aux producteurs est sous condition d'une double contractualisation. En plus du contrat de prêt pour l'achat des intrants, le modèle de remboursement du crédit auprès de la banque inclue aussi la commercialisation avec comme condition, que le GIE (producteurs) accepte de rembourser en nature.

Chaque année, le CIRIZ (Comité Interprofessionnel du Riz), qui regroupe des riziculteurs, des organisations paysannes, des représentants de la CNCAS et de la SAED, détermine le prix de référence du paddy pour le remboursement des crédits.

Sur la base de ce prix, les organisations paysannes calculent le nombre de sacs de paddy qu'il convient de retirer aux riziculteurs pour rembourser les emprunts. Après la récolte, chaque GIE rassemble le volume de riz correspondant à la somme de crédit à rembourser, et la marchandise est vendue aux négociants par le GIE lui-même ou par l'Union villageoise, sous la forme de paddy ou de riz blanc (Colen et al., 2013).

Une fois que la part de riz destinée au remboursement des crédits est collectée par le GIE, chaque cultivateur décide individuellement de la manière dont il va disposer du reste de la production. En règle générale, environ un tiers du riz produit dans la Vallée du fleuve Sénégal est destiné au remboursement collectif des crédits, un tiers est vendu à titre individuel à de petits négociants et le reste sert à la consommation personnelle (USAID, 2009).

Pour vendre la part de riz à titre individuel, beaucoup de cultivateurs passent par de petits négociants intermédiaires et informels (bana-banas) qui achètent le paddy. Ils vont ensuite le transformer dans les rizeries villageoises et revendent le riz sur les marchés hebdomadaires à l'intérieur du pays ou bien aux grossistes implantés dans les villes (Colen et al., 2013).

La participation des producteurs et unions dans le processus de commercialisation et de transformation du riz paddy reste très limitée. La plupart de la production est vendue immédiatement après la récolte sous forme de paddy à un prix relativement stable. La transformation se fait soit par des petites rizeries informelles situées pour la plupart dans les villages ou par le biais ou des rizeries semi-industrielles.

🌱 La tomate

Pour la tomate, le principe de demande de crédit et de distribution des intrants est similaire à celui du riz. La filière est organisée autour comité interprofessionnel de la filière tomate (CNCFTI) qui regroupe toutes les professions de la filière constituées par des représentants des producteurs, la banque, les fournisseurs, les transporteurs, les industriels. La filière tomate est plus courte que celle du riz car faisant intervenir peu d'opérateurs en aval.

Dans la vallée, 3 industriels organisent la mise en marché de la tomate : la SOCAS, AGROLINE et TAKAMOUL.

Avant chaque campagne, ce comité décide des modalités de déroulement de la campagne : la fixation des prix de la tomate fraîche, des superficies cultivées, du financement de la campagne, de l'approvisionnement des intrants, des itinéraires techniques.

Des « contrats de culture » sont négociés chaque année entre les groupements de producteurs et les industriels. Ce contrat engage les deux parties : d'une part les producteurs s'engagent à respecter les recommandations pour une production de qualité, les délais de livraison et à vendre la production à l'industriel. D'autre part, l'industriel s'engage à prendre tous les camions de tomate stationnés devant son usine dans les 24h et se réserve le droit d'appliquer un abattement si les tomates sont abimées (Fall and Sarr, 2008).

Le contrat qui lie l'industriel et les producteurs conditionne l'accès au crédit auprès de la CNCAS et le crédit est remboursé directement par prélèvement lors du paiement des producteurs par l'industriel.

🌱 L'oignon

Malgré qu'il soit le légume le plus consommé au Sénégal, ingrédient clé de multiples plats et sauces, l'oignon bénéficie d'un faible niveau de financement par les institutions de crédit comme la CNCAS alors que les charges de productions sont très importantes.

En 1990, seul 8% de la superficie cultivée en oignon a bénéficié d'un financement de la CNCAS, le reste des superficies a été financé par les producteurs eux-mêmes ou par certains investisseurs (commerçants, fonctionnaires) financent des producteurs pour ensuite partager les bénéfices de la récolte (métayage) (David-Benz et al., 2010). Il en est de même pour la commercialisation qui est assurée par les producteurs directement à Dakar ou par les « Banabanas » qui sont des acheteurs en demi gros ou détails auprès des producteurs pour revendre aux commerçants ou consommateurs dans les marchés. Ils sillonnent les périmètres ou les marchés hebdomadaires pour acheter directement et aller revendre dans les grandes villes.

La concurrence de l'oignon importé, l'absence d'infrastructures de conservation et de transformation font que les producteurs sont sous la dépendance des « banabanas » qui sont des acheteurs en demi gros ou détails auprès des producteurs pour revendre aux commerçants ou consommateurs dans les marchés et qui fixent leurs prix selon la production

Même si l'Etat a mis en place des restrictions saisonnières permettant de geler les importations de l'oignon à certaines périodes de l'année contribuant ainsi à favoriser la production nationale, les prix sont extrêmement fluctuants alors que les coûts de production sont élevés, si bien que cette culture est très risquée.

Le non-respect de l'itinéraire technique par les producteurs influe sur la qualité du produit. L'absence de structures de transformations de l'oignon entraîne d'énormes pertes post-récoltes et des difficultés à approvisionner régulièrement le marché en raison du caractère saisonnier des récoltes et de la qualité de l'oignon inadapté à une conservation.

3. Des bilans quelque peu contrastés

3.1. Une appréciation macro-économique plutôt satisfaisante

Le bilan de la mise en place des aménagements peut être apprécié d'abord de façon macroéconomique, par comparaison des résultats avec les objectifs initiaux dans les trois domaines habituels : irrigation, production hydroélectrique, navigation.

Dans un contexte de dégradation du climat et de crises de sécheresses répétées, les barrages ont eu des impacts positifs certains notamment en rendant disponibles et pérennes les eaux de surface dans tout le bassin fluvial et ont favorisé un accroissement de la production de riz et de produits maraichers (Borgne, 2010; Roy, 2004). Cette disponibilité de l'eau a des incidences socio-économiques importantes pour les populations riveraines favorisant une double culture annuelle permettant aux populations de s'adonner à une agriculture diversifiée durant toute l'année (Ndiaye, 2003). La mise en place des aménagements a augmenté le potentiel agricole de la vallée du fleuve Sénégal et a permis de couvrir 30% de la demande d'électricité à Dakar (Ministère de l'agriculture, 1985 ; OMVS, 2012). La production de riz irrigué devrait permettre des rendements financiers élevés pour les producteurs et des avantages économiques pour le Sénégal permettant de réduire les importations, de riz (Ministère de l'agriculture 2002 ; SAED 2009a).

La limitation de la remontée de la langue salée a rendu possible la culture de l'oignon sensible à la salinité (FAO, 2001) et une évolution vers une diversification et une augmentation de la production agricole liée à la mise en place des barrages, à l'échelle régionale de la vallée.

Cependant, ces avantages ont été obtenus au détriment de l'économie du pays et d'importants impacts environnementaux et sociaux que nous allons aborder dans les chapitres suivants.

3.2. Un système de production modifié et une reconfiguration des activités de moyens d'existence

Selon Diouf (2008), malgré les efforts de l'État et l'omniprésence de la SAED, la mise en valeur des périmètres va progresser beaucoup plus lentement que prévu avec des déboires importants au niveau des performances agroéconomiques impliquant des conséquences structurelles et socioéconomiques sans précédent.

La poursuite de la modulation des crues s'inscrit dans l'attente d'un accroissement suffisant des aménagements hydro-agricoles (100 000 hectares à terme), pour créer les conditions d'une

substitution définitive des cultures irriguées aux cultures de décrue (Soumare, 2003) et atteindre des objectifs de développement économique. Pour atteindre ses objectifs, l'OMVS s'est approprié la ressource en eau de la crue, en la contrôlant par son barrage conduisant à une artificialisation du régime hydrologique à partir de 1988 pour homogénéiser la répartition spatio-temporelle de la ressource eau (Bader, 1992).

Mais pour les populations, et les activités rurales (agriculture, pêche, élevage) de la vallée du Sénégal, la crue a longtemps été la principale ressource en eau à l'origine d'activités diverses et d'un patrimoine foncier et a permis l'installation d'un riche système agricole, halieutique et pastorale (Lericollais, 1976; Le Roy, 2004b; Mietton et al., 2009). L'inondation assurait en même temps la recharge en eau et la fertilisation des sols destinées à la culture de décrue. Elle offrait aussi des zones de frai aux poissons, et des pâturages durant la saison sèche et l'existence de formations végétales (Bruckmann, 2018a). Selon Campredon (1988), la construction de barrages sur le fleuve Sénégal a réduit le potentiel de pêche de la partie sénégalaise de la vallée d'environ 75% par rapport à la situation en 1970. Les travaux menés par De Georges & Reilly, (2006) montrent que les captures de poissons des plaines inondables ont été réduites de 32 000 tonnes en 1978 à entre 6 900 et 24 350 tonnes vers 2006 ce qui selon leur calcul représente une perte médiane de 16 125 tonnes de poisson frais par an. Alors que les apports en protéines et micro-nutriments sont souvent insuffisants, ces éléments constituent un impact négatif important à prendre en compte dans le bilan.

Les changements hydrologiques ont diminué la productivité des activités de la plaine inondable. Les superficies cultivées en décrue dans la vallée ont fortement diminué à partir de 1970, passant de 110 306 ha à 40 471 ha malgré un taux de mise en valeur constant (Seck et al., 2009). La réduction des superficies cultivées dans le Walo a comme impact direct la réduction des espaces de pâturages remettant en question l'interdépendance entre l'agriculture de décrue et l'élevage (Boutillier and Schmitz, 1987). Dans la vallée, les barrages et digues construits ont réduit les pâturages de 80 000 à 4 000 ha, ce qui correspond à la réduction du potentiel fourrager des pâturages de 8 928 à 446 unités de bétail tropical (UBT) (De Georges & Reilly, 2006). Or comme on le verra dans la suite de l'analyse, l'élevage est essentiel pour garantir la sécurité économique des exploitants agricoles. Il est également très important pour la fourniture du fumier, élément essentiel à l'intensification agro-écologique (Gérard et al. 2020)

Aujourd'hui, la pénétration des troupeaux dans le Walo, après les récoltes, n'est plus systématique du fait des risques encourus : destruction des diguettes ou consommation d'eau souillée par les produits chimiques (Soumare, 2003). Également un des objectifs affichés de la

mise en place des aménagements était de fixer les populations et d'éviter un exode massif vers les villes, alors que pour Bruckmann (2018), les crues étaient un élément central de l'organisation socio spatiale des populations et engendraient des mobilités saisonnières. Les travaux de Schmitz (2008) montrent que dès les années 1980, dans le Delta du fleuve Sénégal, les transferts d'argent issus de la migration finançaient une saison de culture de riz irrigué pour l'autoconsommation. Cette rente permettait ainsi d'éviter le risque de l'endettement pendant la période de soudure montrant que l'irrigation ne pouvait se substituer à la migration, mais qu'elles étaient interdépendantes. En cherchant à convertir toute la population en agriculteurs ce système a remis en question l'organisation sociale traditionnelle (Bruckmann, 2018a). Nous verrons comment il aboutit à des surfaces trop petites pour permettre à la plupart des exploitants d'accéder à la sécurité économique.

3.3. Des paysans pris au piège

Les impacts soulevés de la mise en place de l'irrigation ont modifié les conditions d'attribution de la terre. Même si l'attribution des terres, reposait sur le principe égalitaire, Schmitz (2008), souligne qu'elle ne prenait pas en considération l'organisation très hiérarchique commune aux sociétés riveraines basés sur un système de caste. Les terres étaient principalement utilisées pour l'agriculture, et l'élevage pratiqué par les transhumants. Mais l'endiguement du fleuve, la disparition des crues et l'expropriation des propriétaires fonciers des zones pour l'irrigation a modifié les arrangements coutumiers entre les différents utilisateurs de la terre, entraînant des conflits (Salmone, 1998).

Également pour Garambois et al. (2018), l'attribution assez équitable de parcelles de petite taille (moins d'un hectare par actif familial) au sein de grands périmètres irrigués a rendu possible l'accès à un espace de production moins dépendant du climat. « *Alliée à la sécurisation des prix et des débouchés, cette attribution permet aux producteurs de surmonter cette crise sans accroître les inégalités, mais au prix d'une forte dépendance technique et financière vis-à-vis de la SAED* » (Reboul, 1984).

Suite au désengagement de la SAED, la gestion des terres et de son affectation ont été transférées aux collectivités locales (Bélières et al., 2013b). Mais l'absence de repérage précis des sites sur le terrain fait que parfois, un terrain est affecté à plusieurs demandeurs. Ceci a été à la source de nombreux litiges fonciers entre les populations (Seck et al., 2009; Diop Sall et Ba, 2011; Diouf, 2013,).

Même si la nouvelle organisation des aménagement a favorisé l'autonomisation des paysans et l'émergence d'une dynamique des agriculteurs regroupés pour unir leurs efforts, beaucoup d'organisations paysannes souffrent d'insuffisance en matière de gouvernance interne et accusent des déficits importants au niveau des capacités de leurs ressources humaines à formuler adéquatement leurs besoins, à mettre en place des cadres de concertation, à jouer un rôle effectif dans le dialogue avec l'Etat, les ONG et le secteur privé (BAME ; 2008).

3.4. Une disparité de revenus et une dépendance à la banque

Des études (PNUE, 2005 ; AFD 2009) ont conclu que les revenus issus du riz étaient si faibles qu'ils ne pouvaient pas couvrir les coûts d'entretien des infrastructures. La période post ajustement a créé de nouvelles fragilités avec le coût de la production qui s'accroît pour les producteurs qui désormais ont à leur charge la maintenance des infrastructures.

La double culture du riz alors vantée dans la mise en place des aménagements est très peu pratiquée par les agriculteurs. Sur une campagne agricole si le riz d'hivernage est réalisé, le riz de CSC n'est en général pas pratiqué, et vice versa la campagne suivante. Ceci s'explique par la difficulté de caler parfaitement le calendrier cultural qui est conditionné par les délais d'obtention du crédit. Le recours à l'emprunt est presque toujours systématique pour le riz et seul l'oignon échappe à cette dépendance car la CNCAS est plus réticente du fait de la volatilité des prix associées à cette culture (Le Roy, 2011).

Bien que la prestation de services financiers par le biais des groupements d'intérêt économique facilite l'accès au crédit des cultivateurs, le monopole de la banque agricole et du fournisseur public d'engrais et de semences et la bureaucratie qui y est associée sont selon Colen et al. (2013), à l'origine des inefficiences de l'approvisionnement en intrants. Le monopole du financement étant assuré par la CNCAS, certains aménagements ont du mal à démarrer la campagne faute de financement. Également, le taux médiocre de paiement de la redevance hydraulique participe à l'absence d'entretien de l'aménagement du fait du manque de fonds pour les travaux nécessaires à la remise en état (Barreteau, 1998). Si des crédits peuvent également être obtenus auprès de créanciers privés, les taux d'intérêt sont particulièrement élevés, ce qui renforce le monopole de la CNCAS.

Les travaux de Roy (2004), dans la moyenne vallée du fleuve Sénégal montrent que les réformes apportées suite à l'introduction de l'irrigation ont entraîné des écarts économiques qui bénéficient plus aux agriculteurs disposant de surfaces importantes. Les agriculteurs

disposant de petites surfaces, se voient alors marginalisés et sont exclus du système de financement bancaire.

3.5. Des modifications hydrologiques et des impacts environnementaux

Quelques années après la construction des barrages, plusieurs études ont montré que les changements du régime hydrologique ont déclenché une série de perturbations. Avec l'endiguement le phénomène inondation-exondation des plaines inondables a disparu remplacé par une inondation artificielle partielle. Les travaux de Taibi et al (2007) ont montré que cette modification a entraîné une désaisonnalisation des cycles de végétation qui désormais s'adaptent aux arrivées d'eau. Cette modification du régime hydrologique a modifié les formations de savane arborée réduites à quelques individus.

Par ailleurs, plusieurs travaux mettent en évidence les impacts environnementaux de l'irrigation. Dans certains périmètres irrigués aménagés (PIV) sommairement aménagés avec une absence de canaux de drainage, les exploitants ont pris l'habitude d'évacuer l'eau polluée dans les abords immédiats. Cela provoque une accumulation de produits chimiques au fil des années, rendant les terres impropres à l'exploitation agricole (Soumare, 2003). Il existe également un risque d'infiltration de ces eaux vers la nappe phréatique créant une autre pollution.

Les impacts sur la santé et le bien-être des populations ont été étudiés et plusieurs études ont montré que les déversements d'eau des périmètres irrigués et la présence d'eau stagnante tout au long de l'année ont créé un environnement favorable à l'apparition de maladies d'origine hydrique comme le paludisme, la schistosomiase (bilharziose) et la diarrhée (Manikowski and Strapasson, 2016).

Même si la végétation aquatique a toujours fait partie du paysage végétal de la vallée, l'augmentation de l'eau stagnante toute l'année a favorisé le développement de plantes envahissantes dont la plus connue est le Typha (*Acacia*, *Balanites* et *Adansonia*) très développée en bordure des plaines inondables(OMVS, 2007). Les données de l'OMVS (2006) montrent qu'en 2001, 100 000 ha soit l'équivalent de 24 % des eaux libres étaient envahis par la végétation aquatique et l'envahissement a progressé de 10 % par an les années suivantes

Conclusion

L'objectif de ce chapitre était de dresser un état des lieux sur l'irrigation dans la vallée du fleuve Sénégal depuis son introduction, dans les années 1960, jusqu' à nos jours. Il a permis d'analyser les impacts qui y sont associés, positifs et négatifs.

La mise en place de l'irrigation a permis de réduire l'impact des aléas climatiques et d'augmenter les surfaces disponibles. Elle a aussi permis de favoriser la diversification et la stabilisation des filières de productions. Mais après plusieurs décennies d'exploitation des aménagements, plusieurs travaux montrent que ces aménagements ont créé des bouleversements dans l'organisation sociale et spatiale, dans la distribution et la gestion des ressources et dans les systèmes de production. De plus des impacts négatifs sur l'environnement sont mis en évidence. L'option de l'agriculture irriguée semble être en déphasage avec les techniques traditionnelles (système de décrue/système pluvial) utilisées par les populations locales (Ndiaye, 2003).

L'aménagement hydro-agricole de la vallée du fleuve Sénégal représente à la fois une rupture brutale avec tout le passé économique et social de la région et un formidable pari sur son avenir (Boutillier, 1989).

Tout ce bilan mitigé questionne l'impact des aménagements hydro agricoles sur la vulnérabilité des agriculteurs. Ce questionnement est au cœur de ce travail. Le chapitre suivant sera consacré à la présentation du cadre méthodologique et conceptuel proposé pour analyser l'impact de ces aménagements sur la vulnérabilité des ménages agricoles, sur un terrain plus réduit : le système irrigué de Guédé.

Chapitre 3 : Avant-propos

Le chapitre 3 présente le cadre d'analyse et la méthode de collecte des données. D'abord, à partir de la réalité du terrain, nous proposons une conceptualisation du système irrigué étudié. Ensuite, les cadres d'analysés mobilisés pour analyser la vulnérabilité dans une perspective, pluridisciplinaire, systémique, et dynamique sont présentés. Enfin, le terrain et la démarche de collecte des données sont présentés.

Chapitre 3 : Cadre d'analyse et méthodologie de collecte et d'analyse des données

Introduction

Pour rappel la question principale de notre thèse est de comprendre dans quelle mesure la mise en place de l'irrigation peut avoir modifié les configurations sociales, économiques environnementales, spatiales du système en place et réduire ou augmenter les vulnérabilités des ménages agricoles du système irrigué de Guédé.

Répondre à cette question implique à la fois une posture théorique pluridisciplinaire et systémique et une approche empirique sur le terrain, prenant en compte les réalités locales et les ressentis des populations. Cela a rythmé notre travail par des allers retour entre le terrain et la littérature. Pour en rendre compte, nous proposons à partir de la réalité du terrain, une conceptualisation du système irrigué étudié, ensuite nous mobilisons plusieurs approches et cadres d'analyses complémentaires : l'approche des trajectoires le cadre des moyens d'existence, et le cadre de la vulnérabilité, présentés dans le chapitre 1.

Ce chapitre présente le cadre d'analyse de la vulnérabilité des ménages du système irrigué de Guédé et la méthodologie de collecte et d'analyse des données. Il est divisé en deux grandes parties : la première partie présente la conceptualisation d'un système irrigué et les cadres mobilisés pour analyser la vulnérabilité des ménages du système irrigué de Guédé. La deuxième partie présente le terrain d'étude et illustre l'organisation de la démarche de collecte des données de terrain auprès des différents acteurs locaux.

1. Un cadre d'analyse systémique à la croisée de plusieurs cadres

Pour analyser le processus par lequel la mise en place d'aménagements hydro agricoles au niveau du système irrigué de Guédé peut modifier les configurations sociales, économiques environnementales, spatiales du système irrigué et participer à la réduction ou à l'augmentation de la vulnérabilité des ménages, nous proposons une approche pluridisciplinaire et systémique. Ce faisant, nous nous appuyons sur les travaux menés au sein de l'équipe GREEN⁹ par plusieurs chercheurs, qui montrent comment une approche pluridisciplinaire et systémique du Système Socio-Écologique (SES) et la mobilisation

⁹ Gestion des Ressources Renouvelables et Environnement

conjointe des cadres d'analyse des moyens d'existence, de la vulnérabilité et de la dynamique des systèmes complexes est féconde pour établir un diagnostic qui pourra être utilisé pour la mise en débat de voie d'amélioration de la situation économique et sociale des populations appartenant au SES étudié (Tapsoba et al. 2018, Gérard et al. 2020, Gérard et al. 2022). Nous enrichissons l'approche, non seulement par l'étude du cas spécifique de Guédé, mais aussi par les apports de la socio-histoire, permettant d'éclairer les trajectoires à différentes échelles, ainsi que la proposition d'un cadre conceptuel adapté au terrain étudié.

Nous questionnons essentiellement la vulnérabilité des ménages à plusieurs facteurs de stress. Mais, la vulnérabilité étant un concept dynamique et multiforme, on peut difficilement s'arrêter à la vulnérabilité des individus sans s'interroger sur le fonctionnement des écosystèmes dans lesquels ils sont encastrés et qui influencent leur vulnérabilité (Bidou and Droy, 2013). Dans notre approche, nous ne prétendons pas rendre compte de tous les processus physiques, biophysiques économiques, humains, décisionnels qui participent à la vulnérabilité mais nous tentons plutôt de questionner comment divers processus à différentes échelles et temporalités peuvent expliquer les mécanismes à l'œuvre de la vulnérabilité actuelle des ménages du système irrigué de Guédé.

Mais avant de présenter les cadres d'analyses que nous mobilisons dans ce travail pour analyser la vulnérabilité des ménages agricoles du système irrigué de Guédé, nous proposons un cadrage de notre conception d'un système irrigué et de la vulnérabilité.

1.1. Le système irrigué, un espace intégré et complexe

Il n'y a pas une seule et unique manière d'appréhender un système, son appréhension est propre à chacun « Un système n'est pas quelque chose qui existe dans la réalité, c'est uniquement une construction mentale variable en fonction du contexte et de nos intentions que nous élaborons pour faciliter la compréhension et la construction d'un réel complexe » (Genelot and Le Moigne, 2017).

Pour pouvoir analyser les effets de la mise en place des systèmes irrigués, nous procédons dans cette partie, à une représentation et une caractérisation du système.

1.1.1. Le système irrigué, un espace complexe d'interactions physiques, sociales et économiques

Pendant longtemps, l'approche technique des systèmes irrigués était celle qui prévalait. L'irrigation était considérée comme une technique d'apport d'eau aux plantes cultivées permettant d'accroître le rendement (Neuvy, 1991; Rivière-Honegger & Ruf, 2000). Plus récemment, Labbal, (2007), pour interpréter les dysfonctionnements des systèmes irrigués

traditionnels dans l'Himalaya décrit les systèmes irrigués comme un ensemble prenant en compte l'architecture du réseau, le type d'ouvrages hydrauliques, et la technique d'application de l'eau à la parcelle. Mais de l'avis de certains auteurs, en dehors de la dimension technique, de nombreuses dynamiques collectives interfèrent dans l'irrigation nécessitant de prendre en compte les dimensions sociales, politiques et territoriales (Parlin and Lusk, 2019). En 1993, Elinor Ostrom, définissait le système irrigué comme « un ensemble qui comprend la structure physique, les usagers, les organisations chargées de sa gestion et les règles dont les usagers et d'autres intervenants se servent pour gérer le système ». Pour Malerbe et al. (2020), cette définition d'Ostrom doit être complétée par une dimension économique. En effet le système irrigué a pour objet la création de richesses par la mise en valeur du territoire. Il se caractérise donc également par les activités économiques qui s'y réalisent, les moyens de productions et toutes les activités en amont et en aval de cette production.

Le système irrigué peut donc être considéré comme un espace d'interaction dans le temps entre des éléments biophysiques, humains et économiques.

Au regard de cette représentation, nous considérons le système irrigué comme un système socio écologique. Le système socio écologique peut être représenté comme une structure à plusieurs boîtes composées de multiples composantes dynamiques imbriquées de différentes échelles spatio temporelles et interagissant de manière adaptative pour produire des résultats (Holling, 1973; Gunderson and Holling, 2002; Mathevet and Bousquet, 2014).

Pour représenter le système irrigué de la cuvette de Guédé que nous qualifions de système socio écologique, nous allons nous inspirer des travaux d'Anderies et al. (2004), qui analysent la robustesse d'un système socio écologique et des travaux d'Ostrom, (2009) sur la manière dont elle conceptualise des systèmes socio écologiques. Anderies et al. (2004), à travers leur cadre de la robustesse, considèrent que le système socio écologique englobe un système social et l'ensemble des écosystèmes dans lesquels il prélève des biens et des services. Il est composé de ressources naturelles, d'utilisateurs, d'une infrastructure publique, qui peut désigner à la fois une infrastructure physique (digue, barrage, canal d'irrigation) et des règles de gestion de la ressource, et de gestionnaires de l'infrastructure.

Ostrom, (2009), décrit le système socio écologique comme constitué de 4 sous-systèmes (Figure 6) : le système de ressources qui correspond à l'ensemble des stocks suffisamment coûteux pour être en mesure d'exclure des utilisateurs potentiels, les unités de ressources qui correspondent aux flux produits par l'ensemble du système, le système de gouvernance qui englobe tous les acteurs concernés et enfin les acteurs qui définissent les différentes interactions de nature marchande individuelle, ou collective.

Ces sous-systèmes sont composés de variables internes à plusieurs niveaux qui interagissent entre elles et leur environnement.

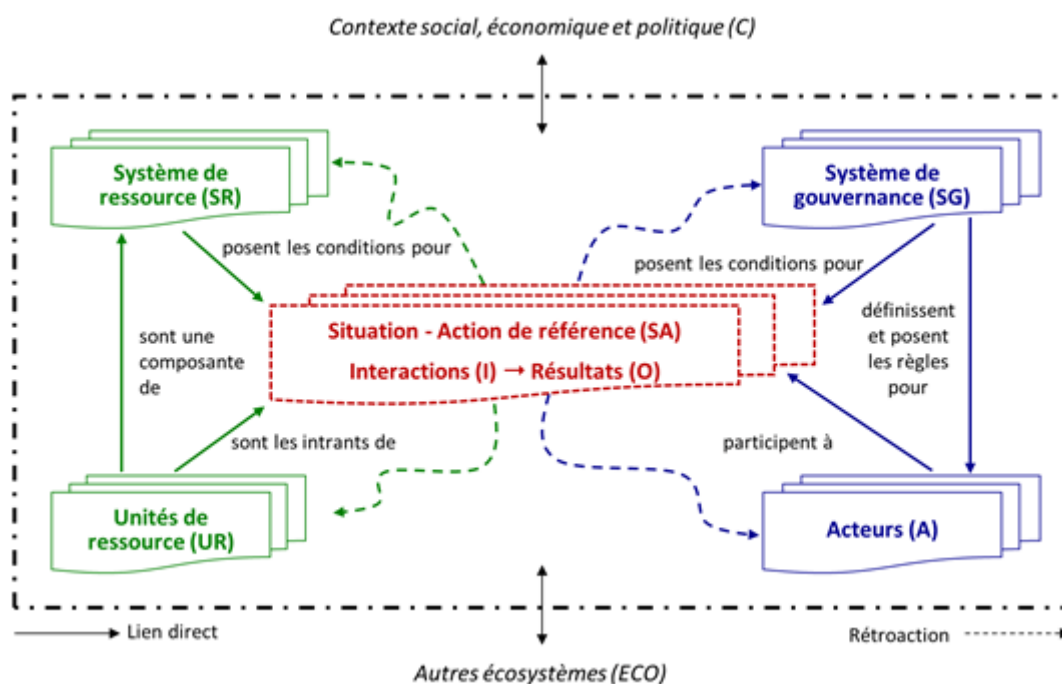


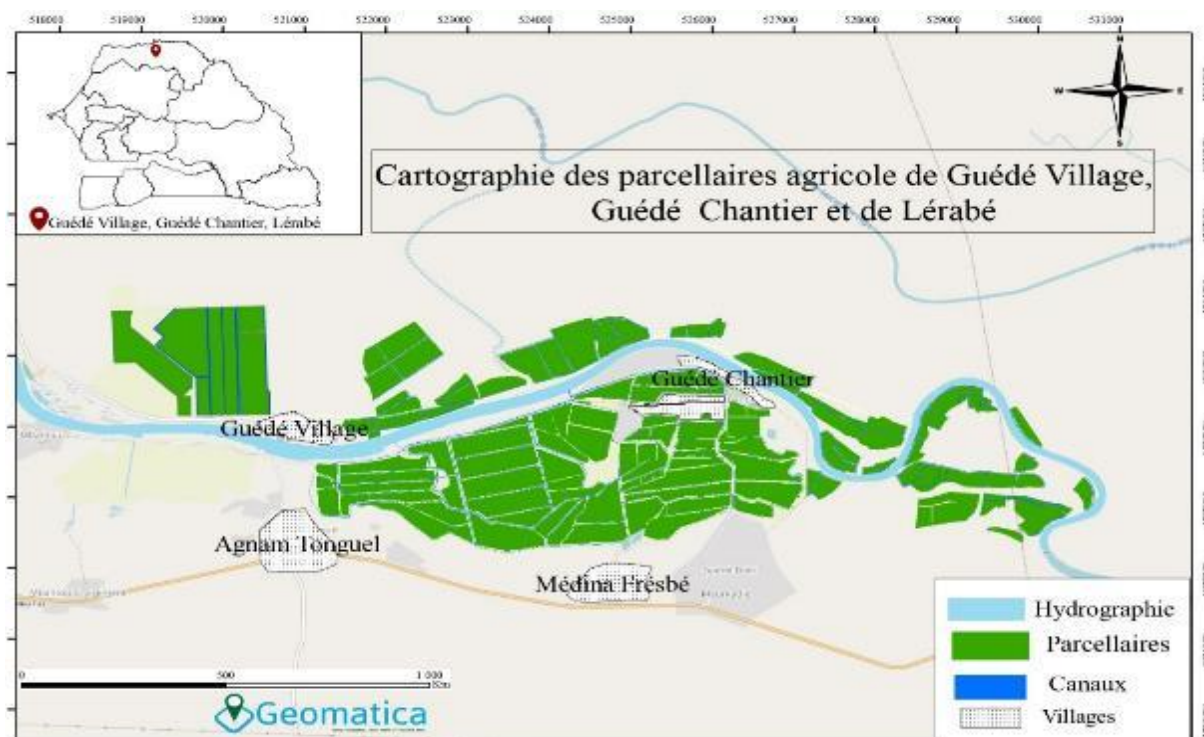
Figure 6 : Cadre conceptuel du système socio écologique

Source : Traduction de McGinnis et Ostrom (2014), révisé par Sollicet et al.2020.

Pour caractériser notre conception du système irrigué de Guédé, nous reprenons la définition d'Anderies et al. (2004), qui décrivent le système socio écologique comme « tout ensemble de systèmes sociaux au sein desquels les relations d'interdépendance entre individus se cristallisent et sont médiatisées par des interactions avec des entités biophysiques et des entités biologiques non humaines ». Pour ces auteurs, un système socio écologique permet de rendre compte de l'intrication étroite d'un système écologique et d'un système social et de la pluralité des interrelations qui les décrivent.

1.1.2. Le système irrigué que nous étudions est un socio écosystème

Appartenant à la moyenne vallée du Fleuve Sénégal, le terrain qui fait l'objet de cette étude est le système irrigué de Guédé situé à 30 km de Podor. Il est constitué du grand périmètre irrigué de la cuvette qui a été mis en place depuis la période coloniale et qui a connu une trajectoire d'aménagements et de restructurations sur plusieurs périodes. Cette cuvette polarise autour d'elle plusieurs villages qui eux-mêmes disposent ou ont accès à d'autres périmètres (Carte 2) de type périmètres irrigués villageois (PIV) et des périmètres irrigués privés (PIP) avec des tailles et des modes de fonctionnements différents. Ces 5 villages sont : Guédé Chantier, Guédé Village, Agnam Tonguel, Madina Fresbé, et Lérabé.



Carte 2 : Cartographie du parcellaire agricole du système irrigué de Guédé

Nous présentons une représentation du système irrigué de Guédé (Figure7) en nous inspirant du modèle d'Anderies et al. (2004).

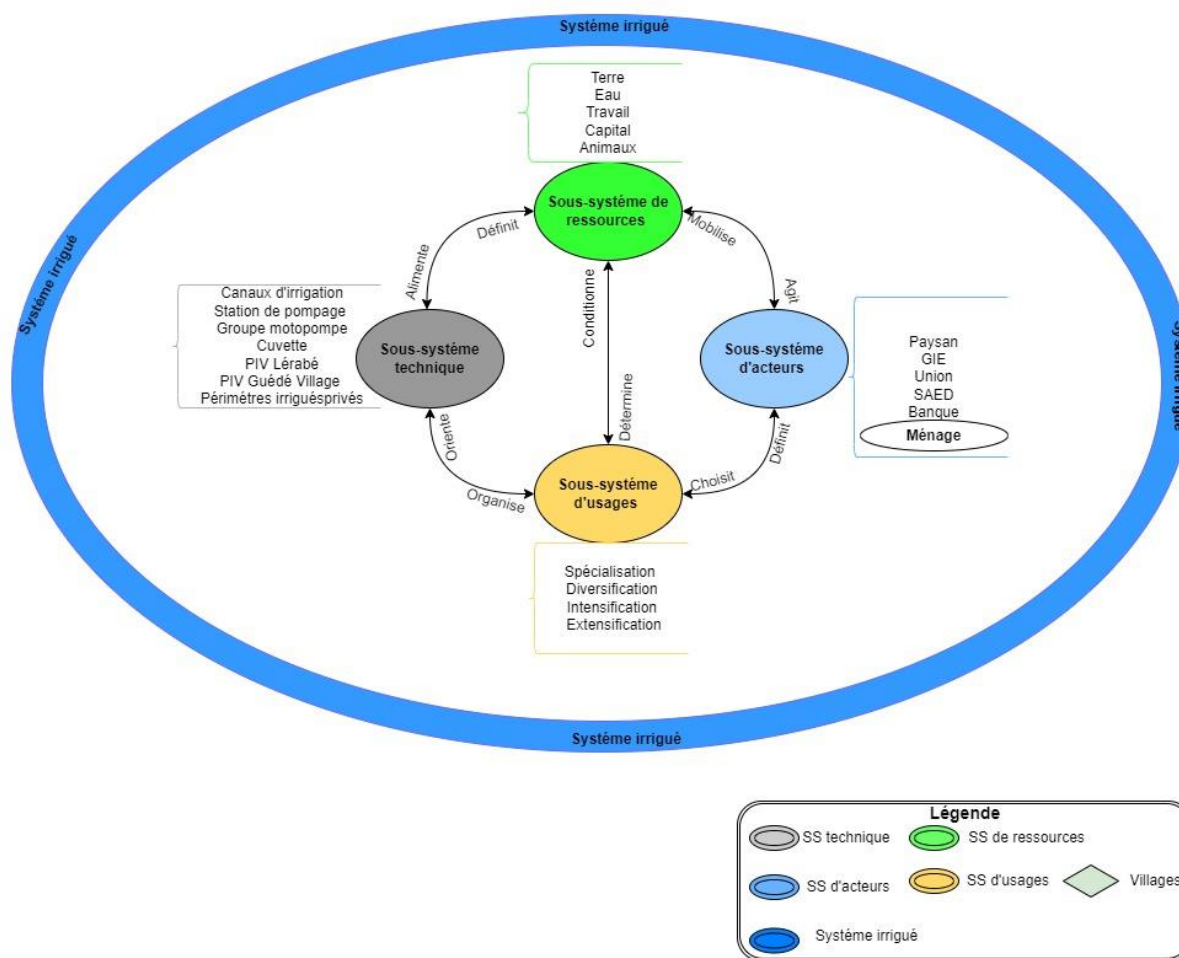


Figure 7 : Système irrigué de la cuvette de Guédé. Sila 2022

Nous décrivons système irrigué de la cuvette de Guédé comme une combinaison de quatre sous-systèmes imbriqués, ou chaque sous-système a sa dynamique propre et est en interrelation avec les autres (figure 6): (i) le **sous-système technique** (ou système d'irrigation) qui représente l'infrastructure physique qui permet le transport de l'eau aux parcelles irriguées (réseau de canaux, station de pompage...) (ii) le **sous-système d'acteurs** correspond à l'individu, le groupe d'individu ou la personne morale qui agit selon ses objectifs et ses attentes sur le système technique et les systèmes de ressources (iii) le **sous-système de ressources** qui est une entité constituée d'un ensemble de sources (sol, végétation, eau) ayant des valeurs et des utilités différentes et qui interagissent entre elles (iiii) le **sous-système d'usages** qui est le processus par lequel les acteurs accèdent aux ressources, et la manière dont elles les mobilisent pour satisfaire leurs besoins et atteindre leurs objectifs (consommation, diversification...).

Le ménage représente ici l'unité élémentaire, l'entité collective (Vincens, 1957, 2014) à partir de laquelle l'analyse va se faire. L'essentiel des décisions actions et choix (système de production, allocation des ressources) à l'intérieur du système se font à l'échelle du ménage et des individus qui le composent. Le ménage est ici considéré ici dans sa dynamique d'évolution.

Pour la suite de notre analyse, nous retenons la définition suivante :

Un système irrigué est une entité constituée d'une infrastructure physique (sous-système technique) qui alimente en eau (réseau de canaux d'irrigation) des terres agricoles à partir d'un sous-système de ressources (parcelles agricoles, végétation) pour et par un système d'acteurs (usagers et gestionnaires) organisé pour accéder à des unités de ressources que les acteurs mobilisent et utilisent (système d'usage) dans le but de satisfaire des besoins prédéfinis à posteriori (échanges, consommation, production, contrôle). Le système irrigué est donc constitué d'un ensemble de sous-systèmes qui, dans le temps et dans l'espace interagissent entre eux par le biais de construits sociaux, d'objectifs et stratégies économiques.

1.2. La vulnérabilité des ménages du système irrigué : cadres d'analyses

L'approche systémique que nous mobilisons dans le cadre de cette thèse vise à percevoir dans l'analyse des processus, les états qui en résultent ainsi que des interactions qui évoluent dans le temps et dans l'espace. Ces interactions participent au maintien du système en renforçant ses tendances à l'équilibre et en stimulant ou en laissant émerger les fluctuations voire des perturbations (Becerra, 2012).

La mise en place du système irrigué de Guédé a induit des changements intervenant sur les modes d'occupations et d'utilisations des ressources (eau sol...) sur les modes organisationnels (groupements de producteurs...) et qui affectent les interactions entre les acteurs, leurs modes de vie et leur environnement à des échelles spatiales et temporelles différentes.

Dans ce sens nous considérons la vulnérabilité comme un processus dynamique (Hugon, 2017) prenant en compte les cheminements, les liens, entre les chocs et les capacités d'adaptation et résiliences des acteurs et des sociétés.

Comme déjà souligné, pour mener ce travail de recherche, nous avons choisi de combiner plusieurs cadres d'analyses, qui mobilisent différemment une analyse systémique : le cadre des moyens d'existence (Chambers and Conway, 1991) le cadre de la vulnérabilité de Turner et al. (2003) et l'approche par les trajectoires (Spiegelberger et al., 2018). Dans un objectif d'analyse

pluridisciplinaire, mobiliser ces cadres dans leur totalité n'est pas pertinent dans le cadre de notre analyse. Nous allons plutôt mobiliser quelques éléments qui nous paraissent essentiels et opportuns à un moment ou à un autre de l'analyse.

1.2.1. L'approche des trajectoires pour comprendre la trajectoire historique du système

Dans notre analyse de la vulnérabilité, nous visons à comprendre la construction, l'évolution et la dynamique de la vulnérabilité des ménages du système irrigué de Guédé. Pour cela nous considérons qu'une analyse diachronique, est nécessaire pour comprendre les processus dans le temps qui peuvent façonner cette vulnérabilité.

Nous mobilisons ici l'approche des trajectoires (Rocca, 2010; Spiegelberger et al., 2018; Payre, 2020) pour comprendre l'évolution socio historique du système irrigué de Guédé. L'analyse des trajectoires permet de considérer les dynamiques politiques, socio-économiques, écologiques d'un territoire ou d'un socio écosystème, de natures et d'échelles spatio-temporelles différentes, de mettre en perspective leurs synchronies et a-synchronies et d'évaluer la force des impacts d'un niveau sur un autre (Spiegelberger et al., 2018). L'idée d'analyser la trajectoire socio historique est de retracer les processus, les changements et les perturbations dans le temps, qu'a connu le système irrigué et qui peuvent expliquer les mécanismes à la source des vulnérabilités.

Pour cela, en se basant sur les entretiens historiques, les données d'archives et la littérature grise cette analyse va nous permettre :

- ✚ De considérer les dynamiques sociales économiques, politiques, écologiques dans le temps et dans l'espace,
- ✚ De reconstituer les grandes périodes d'évolution historiques du système irrigué de Guédé.

Pour cela, nous allons procéder à la reconstitution des événements marquants, vécus ou relatés par les populations locales. Ensuite pour les mêmes périodes, nous allons croiser ces événements avec des changements sociaux, politiques, économiques ou environnementaux qui se sont produits de l'échelle locale à l'échelle nationale.

Une analyse de la trajectoire passée du système peut en outre, permettre de comprendre les événements historiques qui ont façonné le système et qui contraignent ses évolutions futures (Buchheit, 2021).

1.2.2. Le cadre des moyens d'existence pour analyser l'accès aux ressources et la dynamique des stratégies des ménages

Nous mobilisons le cadre des moyens d'existence en procédant à la reconstitution des revenus des ménages, leurs dotations en ressources et en analysant la manière dont les ressources peuvent être substituées pour faire face aux problèmes à court terme, ou pour préparer les futurs problèmes et s'adapter aux changements de circonstances.

L'approche des moyens d'existence va nous permettre d'analyser comment « les gens dans différents contextes adoptent des stratégies en fonction des ressources dont ils disposent, dans le but de satisfaire leurs besoins, de réduire leur vulnérabilité, et de maintenir leurs capacités et leurs biens sans ébranler la base des ressources naturelles » (Chambers and Conway, 1991; Scoones, 1998). A partir des données d'enquêtes socio-économiques des ménages, l'approche des moyens d'existence va nous permettre :

- D'analyser la diversité des ménages à travers l'hétérogénéité de leurs dotations en capitaux,
- Analyser les facteurs de différenciation de la vulnérabilité économique.

Pour cela nous allons d'abord procéder à une analyse statistique multivariée à partir d'une analyse de composantes principales (ACP) et de Clustering (Piron et al., 2004; Tapsoba et al., 2018). Ensuite, les revenus des ménages seront reconstitués. Puis nous allons procéder à la catégorisation des ménages en classes de revenus en définissant des seuils de sécurité économiques et enfin nous allons interroger les facteurs de différenciation des revenus entre catégories de ménages. Des tests statistiques seront appliqués pour valider la significativité des différences entre les différents groupes.

1.2.3. Le cadre de la vulnérabilité multidimensionnelle pour l'influence des facteurs externe et analyser les dynamiques complexes qui résultent des interactions

Nous mobilisons le cadre d'analyse de la vulnérabilité développé par le Science Sustainability Program de l'université Harvard (Turner et al., 2003a). Ce cadre de Turner, même s'il propose une analyse complexe du système reste très vaste. Dans le cadre de notre analyse, nous regarderons particulièrement les liens à l'intérieur mais aussi à l'extérieur du système qui fondent la vulnérabilité pour comprendre les liens de causalité entre les différentes échelles spatiales et temporelles. Nous regarderons également comment ces interactions qui se produisent sous l'effet des dynamiques adaptatives peuvent générer des vulnérabilités à des nouveaux chocs.

En nous appuyant sur les entretiens socio historiques et les questionnaires d'enquêtes, mobiliser le cadre de la vulnérabilité multidimensionnelle va nous permettre de :

- ✚ Explorer les processus par lesquels les facteurs de stress façonnent la vulnérabilité
- ✚ Comprendre la dynamique de la vulnérabilité

Pour cela, nous allons d'abord caractériser les facteurs des stress auxquels les ménages sont exposés et sensibles. Ensuite nous allons analyser les liens entre ces facteurs de stress et les autres caractéristiques des groupes de ménages.

L'objectif de combiner ces cadres est de mettre en évidence la façon dont un groupe d'individus interagit avec son environnement, l'espace dans lequel il évolue (Reghezza-Zitt, 2016), pour comprendre les boucles de rétroactions qui construisent ou réduisent sa vulnérabilité dans un temps long. L'aléa est à l'origine du préjudice, mais les conséquences à court ou long terme d'un événement dépendent aussi de la façon dont un individu s'adapte à ces chocs, de la façon dont il s'accommode des changements survenus dans son environnement (Adger, 2006a). La combinaison de ces différents cadres va nous permettre d'analyser la trajectoire passée du système et comprendre les événements dans le temps qui ont façonné le système et qui contraignent ses évolutions futures.

Ce travail de thèse cherche à dépasser, la dichotomie entre nature et société et la fragmentation entre les disciplines. Ce travail vise à dépasser la vision analytique qui est à la recherche de la causalité inhérente (Longépée, 2014) pour passer à une approche systémique qui va regarder la vulnérabilité dynamique à l'intérieur du ménage mais aussi l'environnement externe qui conditionne les capacités des ménages à satisfaire les besoins ou à répondre durablement face à des perturbations.

2. Le terrain et protocole de collectes des données

Conformément à notre objectif d'analyse de la vulnérabilité, la méthodologie de recherche et de collectes de données s'est déroulée sur 6 mois réparties sur trois phases de terrain.

Une première phase que nous avons appelée terrain d'immersion qui nous a permis de recueillir, le contexte local, de comprendre les dynamiques et de retracer l'histoire de l'irrigation dans la zone d'étude. La deuxième phase de terrain nous a permis de tester le questionnaire socio-économique et la troisième phase nous a conduit à appliquer le questionnaire économique sur un échantillon plus large. Mais avant de présenter le protocole

de collecte des données, nous procédons d'abord à une présentation du système irrigué de Guédé.

2.1. Le terrain : le système irrigué de Guédé

Au départ, le périmètre géographique identifié au départ pour mener notre analyse concerne le département de Podor situé dans la moyenne vallée du fleuve Sénégal. Le choix de la région Podor s'explique d'une part par le fait qu'il combine pour ses exploitations, agriculture de décrue, agriculture pluviale, parfois itinérante, élevage, et agriculture irriguée. Nous avons considéré que la diversité des pratiques agricoles qu'offre cette zone géographique est un facteur favorable à une analyse pluridisciplinaire. Ensuite, le choix de la région de Podor était pertinent dans le sens où il devrait nous permettre d'inscrire notre recherche dans une dimension diachronique en revenant sur une zone d'étude déjà finement caractérisée dans le passé par plusieurs études et thèses (Barreteau, 1998; Daré, 1998). Enfin, notre terrain constitue un terrain d'intervention de l'association ENDA¹⁰, partenaire clé du projet Après infrastructure dans lequel s'inscrit la thèse, qui est un atout pour faire le lien avec les organisations de producteurs à Podor avec qui elle travaille depuis longtemps.

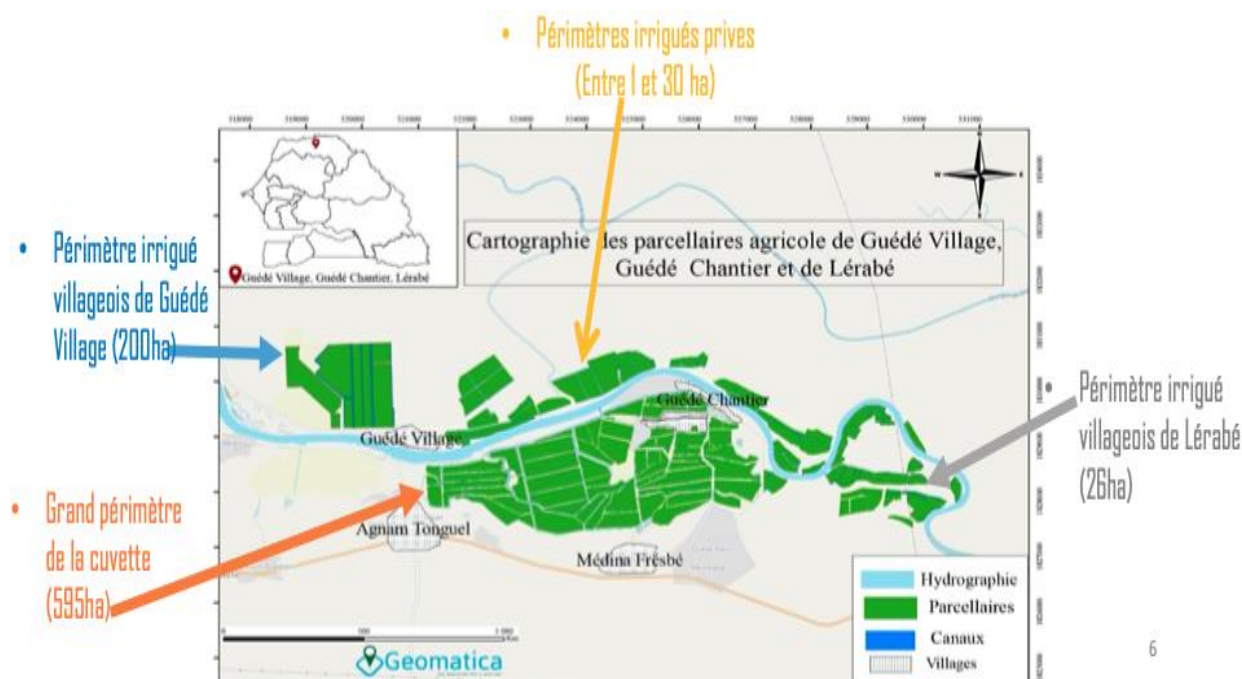
Le souci d'une analyse systémique pertinente nous a très vite amené à réfléchir sur le choix et la délimitation du site à étudier. Avant d'entamer notre premier terrain, les divers échanges avec les différents membres du projet et l'appui de l'équipe ENDA, qui a une bonne connaissance de la zone, nous ont orienté vers Guédé (carte 2). Le choix de Guédé s'explique d'abord par son ancienneté. En effet dans le département de Podor, Guédé est pionnier dans l'agriculture irriguée notamment du riz mais aussi d'autres cultures sarclées comme le maïs, la tomate industrielle ou l'oignon. Cette ancienneté donne donc une légitimité par rapport à notre objectif d'analyse de la vulnérabilité sur un temps long. Ensuite la zone d'étude a connu un succès grandissant, à l'origine d'une croissance démographique très rapide nourrie notamment par un afflux important de migrants venus des contrées voisines et lointaines du Fouta et attirés par les retombées de l'agriculture irriguée. Le système étudié est aussi intéressant dans le sens où il se caractérise par les multiples dynamiques d'aménagements dont il a fait l'objet au cours des dernières décennies.

¹⁰ Environnement Développement et Action. ENDA est une organisation internationale à caractère associatif et à but non lucratif qui intervient dans les pays du sud. Il est engagé dans la lutte contre la marginalisation des défavorisés et pour le développement durable.

Avant d'effectuer notre premier terrain, l'objectif était de trouver les sources de différences de vulnérabilités des ménages. La première idée était donc de comparer les ménages avec et les ménages sans irrigation. Cette idée a été très vite abandonnée car, la première phase d'entretien avec les agriculteurs et les institutions, nous apprend que tous les ménages d'une façon ou d'une autre, ont accès à l'irrigation.

Le système agraire de Guédé est constitué de deux principaux systèmes de production : l'agriculture irriguée et l'agriculture traditionnelle. L'agriculture traditionnelle regroupe l'agriculture de décrue et l'agriculture pluviale. L'agriculture de décrue se retrouve dans les cuvettes argileuses soumises aux fluctuations de la crue annuelle du fleuve pour la culture de sorgho, ou sur les berges du fleuve (« jardins des femmes ») pour les cultures de patates douces. L'agriculture pluviale se fait dans les terres situées hors du lit du fleuve et dépend entièrement de la pluie pour son approvisionnement en eau.

Les espaces de production de l'agriculture irriguée sont constitués du grand périmètre irrigué de la cuvette de périmètres de type périmètres irrigués villageois (PIV) et des périmètres irrigués privés (PIP) (Carte 3) partagés entre les 5 villages de Guédé Chantier, Guédé Village, Agnam Tonguel, Médina Fresbé, et Lérabé.



Carte 3 : Différents périmètres du système irrigué de Guédé

L'agriculture irriguée comprend essentiellement la riziculture et le maraichage et se pratique dans le grand périmètre collectif de la cuvette de Guédé, dans les périmètres irrigués villageois de Guédé village et Lérabé et dans des périmètres irrigués privés.

2.2. Les entretiens : un premier terrain d'immersion

Du 19 avril à au 29 juin 2019, j'ai effectué à Guédé un premier terrain exploratoire que nous avons appelé terrain d'immersion. L'objectif de ce terrain, en plus de nous permettre d'établir un premier contact avec les populations locales, était de nous familiariser avec le terrain et le sujet, de comprendre l'histoire des aménagements, de caractériser la dynamique locale et de définir le système qui fera l'objectif de notre travail.

Le deuxième jour de notre arrivée sur le terrain, nous avons assisté à une réunion de restitution du Projet Diva¹¹ mené par le CIRAD et l'INRAE à Guédé.

Les résultats issus de ce projet de recherche montrent l'abandon progressif des zones de cultures traditionnelles au profit d'une agriculture irriguée peu diversifiée. Ils soulignent les conséquences au niveau agricole, alimentaire, social, et culturel. Ces espaces agricoles traditionnels sont décrits comme des lieux au sein duquel les liens sociaux sont forts.

Un accent a été mis sur les impacts nutritionnels. Les résultats pointent un déficit en protéines et en micronutriments du fait d'une consommation excessive du riz au détriment de céréales locales issues des cultures traditionnelles très nutritionnelles comme le sorgho.

Les résultats issus de cette restitution nous ont permis de comprendre l'organisation du système agricole traditionnel. C'était aussi une belle opportunité pour nous d'établir un premier contact avec les acteurs présents lors de la réunion. Pendant toute la durée du terrain nous avons vécu au sein d'une famille, l'opportunité pour nous de mieux observer les réalités locales et de nous imprégner des us et coutumes. Nous avons aussi effectué des observations directes sur le terrain à travers des visites de terrain.

Pour cette phase d'immersion de terrain, nous avons procédé à des entretiens semi-directifs auprès d'agriculteurs, de structures publiques d'encadrement, d'organisations gouvernementales qui interviennent dans la zone. Cette première phase visait à comprendre le terrain et définir le ou les périmètres qui vont être étudiés.

2.2.1. Des entretiens contextuels et socio historiques auprès d'agriculteurs et institutions...

L'objectif de la thèse étant d'analyser la construction, l'évolution et la dynamique de la vulnérabilité des ménages après la mise en place d'aménagements pour l'irrigation, nous avons donc procédé à différents entretiens avec les agriculteurs et institutions locales en lien avec

¹¹ L'objectif du projet DIVA est d'analyser les relations entre la biodiversité agricole et la qualité de l'alimentation. Le projet questionne la place des systèmes de production traditionnels dans les systèmes agricoles actuels, et les sources de diversification alimentaire.

l'agriculture et aménagements hydro agricoles. Tout au long de nos entretiens, nous avons veillé à garder cette vision de situer notre analyse du changement dans une logique diachronique, sur plusieurs décennies dans le passé correspondant aux différents changements qu'a connu la zone.

✚ Les entretiens avec les agriculteurs : entretiens qui combinent l'histoire des aménagements et des récits de vies

Nous avons d'abord effectué des entretiens semi directifs avec les agriculteurs. D'abord, nous avons identifié les différents types de périmètres qui existaient dans le territoire (carte 2). À partir de là, nous avons identifié avec l'appui de nos facilitateurs, des personnes ressources de chaque périmètre identifié.

Nous avons ensuite procédé avec ces agriculteurs identifiés à des enquêtes historiques afin de suivre la trajectoire de ces aménagements hydro agricoles pour saisir le changement dans le temps (Annexe 1). Nous avons combiné ces entretiens historiques avec des récits de vie orientés sur les événements marquants vécus ou racontés par les agriculteurs et comment ils interprètent leurs impacts. Au total 18 entretiens sur l'histoire du périmètre combinés à des récits de vie ont été menés.

L'objectif de ces entretiens dans cette phase exploratoire est d'orienter les participants vers leur expérience personnelle, en recueillant leur représentation de leur contexte de vie, de leur environnement, mais aussi en laissant aux enquêtés la possibilité d'aborder et de développer des thèmes importants à leurs yeux de façon à restituer leur propre perception des thématiques que nous allons aborder.

Les grandes questions que nous avons abordées s'intéressaient à :

- L'histoire du périmètre, sa taille, le nombre d'exploitants, sa date de création
- Le mode d'accès d'occupation et attribution des parcelles
- Le mode de gestion du périmètre
- Ce que le périmètre a changé dans la vie des gens
- Les événements marquant des aménagements dans la vie des gens
- Est-ce que le périmètre est exploité par les mêmes personnes depuis toujours ?
- Les situations de crise auxquels le périmètre a été confronté

✚ Les entretiens avec les institutions

Les enquêtes institutionnelles que nous avons menées étaient également semi directives (Annexe 2). A l'échelle du territoire où nous étions basés, les principaux acteurs enquêtés étaient la SAED, l'UJAK¹², ENDA, la CNCAS, l'ANCAR¹³ la CORAD¹⁴ ainsi que les représentants des collectivités locales de notre territoire. Parmi les grandes questions abordées :

- Retracer l'histoire de l'institution
- Le contexte de la mise en place et ses anciennes missions
- Les missions actuelles et comment fonctionne l'institution
- Décrire les interactions de l'institution avec les agriculteurs et les autres institutions du territoire
- Les changements potentiels à venir ?
- Ce que l'institution a changé dans la vie des gens,
- Les difficultés rencontrées ?

Cette première phase d'entretien nous a permis de commencer à retracer l'histoire des aménagements et du territoire et à dresser un début de panorama sur les interactions entre les acteurs du territoire.

2.2.2. Les entretiens trajectoires des exploitations des ménages

L'idée de comparer les ménages avec et les ménages sans irrigation étant abandonnée, nous avons convenu que le ménage ne pouvait pas être associé à une infrastructure étant donné que le ménage va travailler sur des parcelles qui se localisent dans des infrastructures différentes. Donc il nous a paru intéressant de regarder la trajectoire des exploitations du ménage en partant de l'hypothèse que la différenciation de la vulnérabilité peut être liée au fait que le ménage dans sa trajectoire, a vécu ou connu différents temps de changements de parcelles marquants qui peuvent être explicatifs de sa vulnérabilité.

Cette hypothèse sur la diversité des trajectoires des exploitations a été testée sur la deuxième partie de notre terrain de mai à juin 2020. Nous avons mené ainsi des enquêtes (Annexe 3) auprès des 5 villages de la cuvette de Guédé : Agnam Tonguel, Guédé Chantier, Guédé Village, Lérabé et Madina Fresbé. Pour chaque village nous avons enquêté 5 chefs de ménages ayant des âges différents. Pour le choix du chef de ménage ou de l'exploitation nous

¹² Union des Jeunes Agriculteurs du Koyli Wirnde

¹³ Agence Nationale de Conseil Agricole et Rural

¹⁴ Coopérative Rurale des agropasteurs pour le Développement

privilégions un chef ayant au minimum entre 45 et 50 ans, critère que nous avons défini pour nous assurer de recueillir les perceptions et les pratiques sur le long terme et qu'elles soient vécues par la personne qui la raconte.

Cette enquête s'est appuyée sur une cartographie de la zone et de ses différents périmètres que nous avons construit pour permettre aux enquêtés de localiser et de retracer la trajectoire dans le temps de leurs parcelles dans les différentes infrastructures du territoire. Les grandes questions qui ont caractérisé cette enquête sont les suivantes :

- Quelles parcelles avez-vous travaillé depuis vos débuts ?
- Etat de l'infrastructure de la parcelle que l'on quitte ou dans laquelle on arrive ?
- Date du mouvement (accès ou départ)
- Taille de la famille, taille de la parcelle
- Statut de l'accès à la terre (métayer, locataire, attributaire,)
- Statut de l'infrastructure (PIV, PIP, ...)
- Autres que les parcelles que vous avez travaillées en avez-vous d'autres ?

La carte 4 correspond à la carte des infrastructures telle que nous l'avons introduit lors de nos entretiens trajectoires avec les agriculteurs. Elle représente la grande cuvette de Guédé, les différents périmètres aménagées, les espaces de production traditionnels et les 5 villages qui gravitent autour.



Carte 4 : Carte des infrastructures permettant de retracer la trajectoire des exploitants des ménages enquêtés

Mais ensuite, l'analyse des différents changements au niveau de notre terrain nous montre que le grand évènement marquant se situe en 1992 avec la réhabilitation de la cuvette et qu'il n'y avait pas de différence entre les chefs de ménage. Mais cette analyse des trajectoires nous a révélé une différenciation spatiale entre les différents villages. Ceci nous a conduits à orienter notre réflexion vers une analyse de la vulnérabilité du système irrigué autour de la cuvette de Guédé et de ses 5 villages parce que nous avons vu que les villages conditionnent des accès différents qui peuvent expliquer des vulnérabilités différentes.

Cette enquête trajectoire a permis d'analyser la diversité des trajectoires des exploitations des ménages qui permettra aussi de lire les processus de différenciation à l'intérieur du système à étudier. Au total sur notre premier terrain, 46 entretiens ont été menés avec des durées variables allant de 30 minutes à 2 heures et 30 minutes.

Les premières analyses issues de ces entretiens socio historiques et de trajectoires nous ont conduit à délimiter le système qui va faire l'objet de l'étude. Nos premiers résultats nous permettent également de dire que le choix du système constitué de plusieurs périmètres et de 5 villages révèle une différenciation de la vulnérabilité qui mérite d'être creusée.

2.3. Les enquêtes socio-économiques

A la suite de l'analyse des premiers entretiens issus du terrain d'immersion d'avril à juin 2019, nous avons élaboré à la suite un questionnaire socio-économique destinés aux ménages agricoles installés autour de la cuvette de Guédé¹⁵. L'approche qui prévaut à l'élaboration du questionnaire socio-économique (Annexe 4) est celle des moyens d'existence en zone rurale (Sustainable Rural Livelihoods).

2.3.1. Le ménage comme unité d'analyse

Le cœur de notre questionnaire se concentre sur la vulnérabilité socio-économique à l'échelle des ménages. Nous définissons le ménage comme une entité, correspondant à l'ensemble des personnes partageant de façon régulière le même toit et les repas principaux, unies par les liens familiaux ou non, reconnaissant l'autorité d'une seule personne et travaillant pour

¹⁵ Pour se faire, nous sommes partis du questionnaire socio-économique, construit lors des travaux successifs des étudiants encadrés par Françoise Gérard et l'avons adapté à notre problématique et au contexte de Guédé. Il est fourni en annexe

satisfaire leurs besoins de subsistances ainsi ceux de tous les dépendants directs du ménage (INSEE, INSTAT, 1997). Il comprend le chef du ménage, le ou les conjoints, les enfants, et les dépendants directs, les parcelles sous cultures ou en jachère, les plantations, le cheptel animal ainsi que les activités extra agricoles. Le ménage correspond pour nous à l'unité élémentaire, l'entité collective minimale qui permet de saisir et de décrire l'évolution possible de certaines unités de production, et structurant le quotidien des pratiques (Vincens, 1957, 2014).

Les différents ménages interrogés évoluent tous dans diverses activités de moyens d'existence, qu'il s'agisse d'activités agricoles (on farm) les emplois agricoles, ainsi que le travail non agricole salarié ou indépendant

2.3.2. Les thèmes de l'enquête

L'enquête, constituée de questions ouvertes et fermées a été menée selon une méthodologie se situant à la croisée de plusieurs disciplines (économie, sociologie, agronomie). Le questionnaire tel que nous l'avons déployé est subdivisé en 14 parties (1) Caractéristiques du chef du ménage, (2) Analyse de la vulnérabilité du ménage et de stratégies d'adaptation (3) Membres du ménage activités agricoles et extra agricoles, (4) Nombre de jours nécessaire par opération culturale et par culture (5) Entraide familiale et main d'œuvre salariale (6) Inventaire des dotations en facteurs de production et mode d'accès (7) Production vente autoconsommation et charges (8) Prestation de services des ménages (9) Pratiques agricoles (10) Dons et transferts reçus par le ménage et ses membres (11) Accès au crédit, endettement et épargne du ménage (12) Dépenses des douze derniers et gestion des revenus monétaires (13) Circuit de commercialisation (14) Analyse de la sécurité alimentaire et relations du ménage.

Différentes variables qualitatives et quantitatives ont été utilisées pour décrire les différentes sources de revenus du ménage afin de reconstituer leurs revenus sur les douze derniers mois. D'autres variables servent à décrire l'organisation de la commercialisation des produits, ou encore les différentes pratiques agricoles, les intrants agricoles utilisés par exemple pour déterminer le taux de NPK (azote, phosphore potassium). Certaines questions cherchent à recueillir le ressenti des ménages par rapport aux résultats de leurs diverses activités de moyens de subsistance. L'analyse du risque global encouru a été aussi intégrée, c'est un élément essentiel qui encadre l'environnement extérieur dans lequel vivent les gens et prend en compte les incertitudes à travers les différents risques auxquels un individu ou groupe est susceptible d'être confronté. Nous avons à cet effet aussi questionné les différentes stratégies

que les ménages mettent en place pour faire face. Cette question des capacités a été testé lors du deuxième terrain.

2.3.3. Le questionnaire test

Du 9 octobre au 5 novembre 2019, j'ai effectué mon deuxième terrain ou j'ai procédé au test du questionnaire socio-économique sur 25 ménages répartis sur les 5 villages. L'objectif était de pouvoir vérifier la faisabilité, l'adaptabilité et la durée du questionnaire à notre terrain afin de réajuster au besoin le questionnaire avant de lancer l'enquête sur un échantillon plus large. Nous avons veillé à ce que le questionnaire soit assez ouvert pour permettre l'émergence de nouveaux éléments pouvant être pertinents pour l'analyse de la vulnérabilité des ménages agricoles.

✚ L'échantillonnage

Les 25 ménages enquêtés étaient répartis sur les 5 villages. Le choix de l'échantillon s'est fait en identifiant avec chaque chef de village, 5 ménages différenciés selon leur niveau de pauvreté déclaré par le chef de village : les ménages très pauvres, pauvres, moyens, les ménages nantis. Le dernier ménage était choisi au hasard, indépendamment de son niveau de pauvreté. L'idée était de veiller à inclure tous les ménages et de vérifier s'il y avait une hétérogénéité au niveau des villages.

Ce questionnaire test nous a permis d'évaluer la compréhension des ménages, de s'assurer de la bonne formulation des questions qui se rapproche au mieux de la réalité locale et de mieux traduire en dialecte local les questions afin de faciliter la deuxième étape de recueil définitif des données. Ce questionnaire test a orientée questionnaire final avec certaines questions qui ont été abandonnées et de nouvelles questions qui ont émergé.

2.3.4. Le questionnaire final

Du 21 janvier au 10 mars s'est déroulé mon troisième terrain à Guédé qui constitue la grande phase de collecte des données. Cette fois l'objectif était de procéder aux questionnaires socio-économiques sur un échantillon plus large de (206 ménages) répartis sur 5 villages. Le choix final du mode et de la taille de l'échantillon, des lieux et des ménages enquêtés s'est fait en suivant un va et vient entre le terrain, la problématique de recherche les échanges ouverts et pluridisciplinaires entre les différents membres du projet dans lequel s'inscrit ce travail. Tout ce protocole et les grandes orientations issues du terrain d'octobre-novembre montre comment notre questionnaire a évolué et s'est adapté au terrain.

✚ Elaboration du matériel de collecte : le logiciel Kobotoolbox

Les thématiques développées dans ce questionnaire indiquent déjà une foule de données d'une grande diversité qui exige une démarche méthodologique rigoureuse pour ne pas être dépassés par la quantité des données. Sur la première phase du test, le questionnaire a été renseigné sur version papier. Mais pour un souci de gestion serein de la quantité des données, et pour des raisons de flexibilité du questionnaire nous avons fait le choix de réaliser le questionnaire final en utilisant le logiciel Kobotoolbox. Kobotoolbox est un outil open source qui sert à collecter et analyser de données de terrain en utilisant des appareils mobiles tels que les téléphones portables ou les tablettes. Il permet la création de formulaire, le remplissage et l'envoi des données ainsi qu'une pré-analyse des données.

Notre outil de collecte nous permet de disposer d'un masque de saisie personnalisé, d'effectuer des saisies directes des données en format numérique, plus facile et réduisant les marges d'erreurs. Il offre aussi une collecte des données géo référencée (position X,Y), permet de faire des sauvegardes quotidiennes sur le terrain et une flexibilité offrant la possibilité d'apporter des modifications à l'application sur le terrain en cas de nouveaux besoins. L'outil offre également une rigueur scientifique avec des champs contraints et des possibilités de rappeler les protocoles de collecte.

La possibilité qu'offre Kobotoolbox de géolocaliser les ménages enquêtés (Annexe 5 et Annexe 6) nous permettait au quotidien de visualiser sur open street map la répartition des enquêtes dans les 5 villages, de juger de l'hétérogénéité spatiale des enquêtes et d'intervenir au besoin auprès des enquêteurs pour corriger.

Nous avons recruté 5 enquêteurs pour une durée de 1mois. Tous les enquêteurs étaient issus de la zone et pour la plupart sont des agriculteurs ou des fils d'agriculteurs. Les 5 enquêteurs étaient répartis sur les 5 villages.

Nous avons formé les enquêteurs pendant 2 jours et le troisième jour, nous sommes partis sur le terrain pour tester le questionnaire sur quelques ménages. A la fin du de la journée de test du questionnaire, nous avons procédé à un débriefing avec les enquêteurs pour recueillir leurs points de vue sur le questionnaire, les problèmes auxquels ils étaient confrontés et apporter des éclaircissements au besoin.

Le premier jour de l'enquête proprement dite, les enquêteurs ont procédé à l'identification des ménages sur la base de notre méthode d'échantillonnage. C'était aussi l'occasion pour les enquêteurs de prendre contact avec les chefs de ménages qui étaient déjà disponibles.

Nous avons veillé à ce que les enquêteurs prennent le soin d'expliquer aux enquêtés l'objectif de l'étude en choisissant bien des mots précis pour éviter d'avoir une influence sur leurs réponses.

L'objectif premier était que l'enquête se déroule au domicile des répondants, mais la période de collecte des données correspondait à une période assez dense des activités agricoles de la contre saison froide, ce qui parfois impliquait une coordination importante et une anticipation avant le déroulé du questionnaire auprès des ménages. Ainsi, pour s'adapter certains enquêteurs ont dû effectuer leurs questionnaires dans les exploitations agricoles des répondants.

Pour veiller à une qualité des données collectées, chaque enquêteur devait réaliser au maximum deux questionnaires par jour étant donnée la longueur du questionnaire qui durait entre 2 et 3 heures selon le ménage.

Les questionnaires réalisés par les enquêteurs étaient envoyés directement sur le serveur Kobotoolbox et étaient vérifiés au quotidien pour révéler des incohérences ou de potentielles données manquantes par oubli.

✚ Echantillonnage

Pour la phase finale d'enquête sur l'échantillon de 206 ménages, l'idée à la base était de partir sur une liste de toutes les unités incluses dans la population observée pour sélectionner un échantillon aléatoire simple et de donner à chaque unité la chance d'être sélectionné. Mais les soucis étaient que d'abord la fiabilité des listes était profondément questionnée ce qui remettait en question notre soucis de représentativité. Et si toutefois nous faisons le choix de reconstituer ces listes nous-même, cela nous reviendrait très cher et prendrait trop de temps. Ensuite au niveau de nos 5 villages on note une différenciation de population assez marquée entre villages.

Tableau 3 : Répartition des ménages enquêtés en fonction du nombre de ménages total de chaque village

Village	Hommes	Femmes	Population totale	Concessions	Nombre Ménages	Ménages enquêtés	Pourcentage enquêté
Guédé chantier	2770	2856	5597	392	529	106	20%
Guédé village	1035	1130	2166	170	254	40	16%
Lérabé	510	732	1243	88	130	20	16%

Madina Fresbé	355	418	774	77	97	20	20%
Agnam Tonguel	578	645	1224	102	141	20	14%
Total	5248	5781	11004	829	1151	206	17,2%

Le choix du nombre de ménages à enquêter s'est fait sur la base du nombre de ménages pour chaque village ce qui explique la différenciation dans la taille de l'échantillonnage.

Ensuite pour veiller à la représentativité, et éviter les biais, nous avons opté pour le mode d'échantillonnage raisonné combiné à la méthode « aléatoire marche ». Etant donné qu'il y avait des différences importantes dans les effectifs de ménages par village, nous avons choisi un pourcentage de ménage à enquêter par village en fonction de la taille de sa population. Une fois que le nombre de ménages à enquêter par village a été identifié, nous avons utilisé la méthode « aléatoire marche » qui suit la démarche suivante : nous avons choisi un point de repère stratégique et une direction de déplacement au sein de chaque village. Dans les différents villages comme les mosquées sont situées au centre du village ou des différents quartiers, nous avons définis les mosquées comme point de départ. Nous avons ensuite défini un pas de sondage de 3 qui nous permettait à partir d'un premier ménage identifié et en partant du point de repère stratégique dans le village d'identifier les autres ménages à enquêter en se déplaçant dans le sens des aiguilles d'une montre.

Ainsi en partant en ligne droite de ce point de départ, le ménage le plus proche du repère est identifié puis compter « un pas sur trois » pour choisir le ménage suivant à interviewer, chaque pas correspondant à une maison. Le choix du pas de trois obéit une logique. En effet, la configuration des villages et la taille de la population par village fait que le choix d'un pas plus grand nous aurait empêché d'atteindre le nombre de personnes à enquêter par village. A l'intérieur d'une concession ou il y avait plusieurs ménages, le principe du pas de trois est celui qui était appliqué. A la fin de chaque alignement le même principe est appliqué en faisant le tour dans le sens des aiguilles d'une montre jusqu'à ce que le nombre cible d'interviews soit atteint. La personne enquêtée était le chef du ménage ou son représentant.

L'objectif de la méthode part du fait que l'espace est structuré et les ménages sont différents selon qu'on se trouve près de la mosquée, au centre du village ou sur les bords du village. L'idée était de s'assurer qu'avec le pas de 3, l'échantillonnage ciblait aussi les gens qui se trouvent sur les bords du village.

Dans tous les villages nous avons veillé à ce que dans chaque village l'échantillonnage cible plus de 10% de la population, pourcentage que nous avons largement dépassé puisque la moyenne des ménages enquêtés correspond à 17,2% du nombre de ménages total.

La base de données, générée sous kobotoolbox sous format Excel est constituée de données quantitatives et qualitatives. Nous avons procédé à un travail de nettoyage de la base de données pour la rendre accessible et collaborative entre les membres du projet.

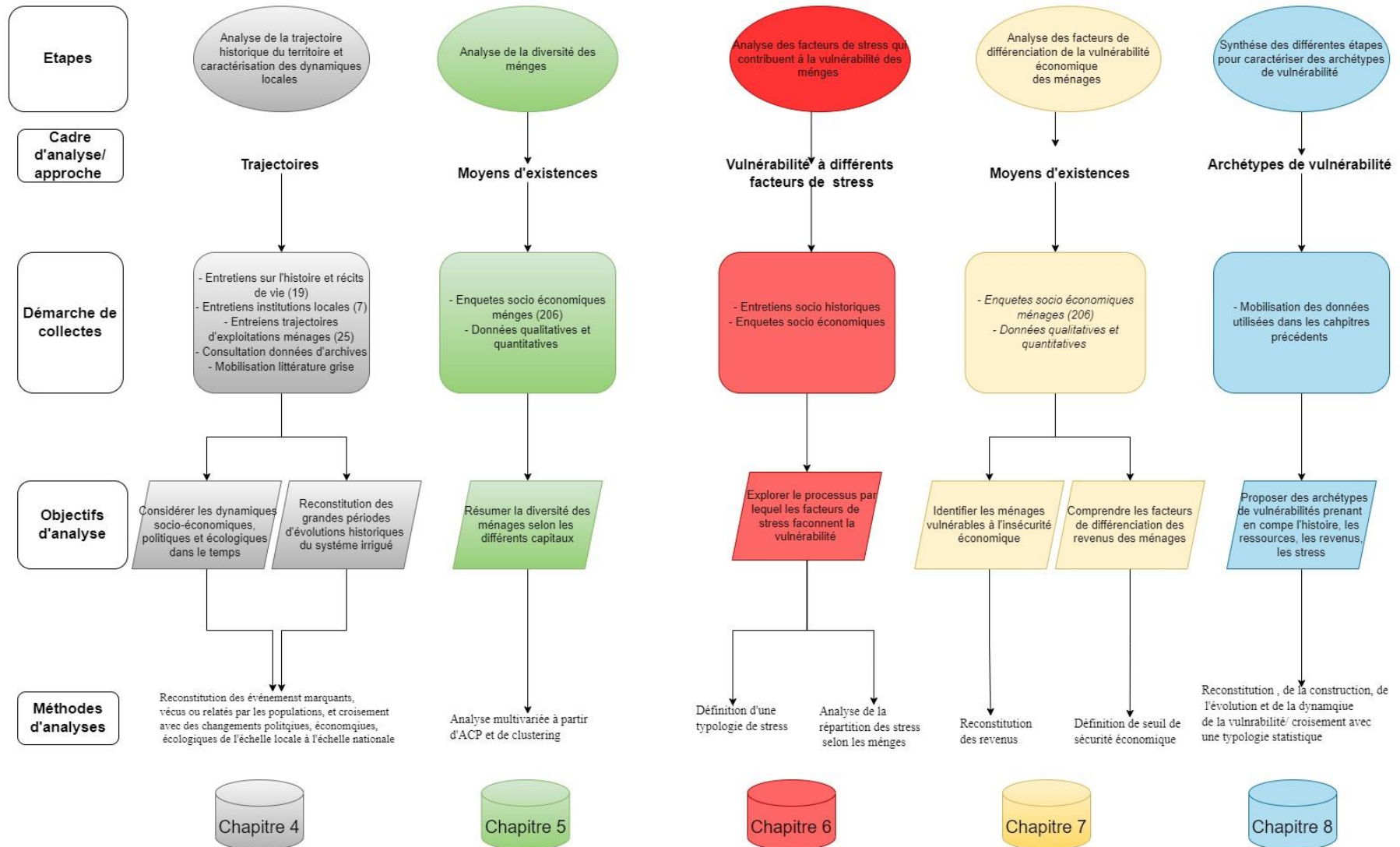
Les données sont regroupées sur différentes feuilles, et pour les rendre lisibles, nous avons pour chaque cellule inséré une annotation qui donnait les informations utiles aux données contenues dans la cellule. Les informations contenues dans les cellules permettaient d'expliquer les variables et pour la plupart reprenaient les questions posées lors de l'enquête. Ainsi, il suffit de passer la souris sur la cellule pour afficher l'information contenue dans la cellule.

Ensuite, comme la base de données comportait 32 feuilles, nous avons effectuée des métadonnées pour expliquer le contenu des informations pour chaque feuille (Annexe 7).

La figure 8 représente la démarche générale pour analyser la vulnérabilité dynamique des ménages agricoles à l'intérieur du système irrigué de la cuvette de Guédé.

Figure 8 : Démarche méthodologique et de collecte des données

Démarche méthodologique et de collecte des données



Conclusion

Ce chapitre visait à décrire la méthodologie générale de collecte et d'analyse des données. L'objectif de ce travail étant de comprendre les facteurs qui façonnent la construction et la dynamique de la vulnérabilité des ménages à plusieurs facteurs de stress et comment ils interagissent nous avons mobilisé une approche pluridisciplinaire et systémique nourrie par des aller-retour entre le terrain, la littérature et les données.

Également, la littérature nous a montré plusieurs cadres d'analyses permettant de saisir le caractère dynamique de la vulnérabilité. L'approche des trajectoires pour une analyse diachronique. Le cadre des moyens d'existence pour la structure des ressources, leurs accès et les stratégies des ménages. Et enfin le cadre de la vulnérabilité multidimensionnelle pour comprendre les interactions entre les éléments du système

DEUXIEME PARTIE : ANALYSE DES DONNEES ET RESULTATS

Chapitre 4. Avant -propos

Le chapitre 4 retrace la trajectoire socio-historique du système irrigué de Guédé pour comprendre les différents changements intervenus dans le territoire depuis la mise en place des aménagements et comment ces différents changements ont pu façonner le paysage actuel du système irrigué étudié. Ce chapitre met un accent particulier sur l'endogénéisation des déclarations des populations, décrit les grandes étapes de la mise en place des aménagements dans le système irrigué de Guédé et analyse la manière dont elle argumentée et critiquée par les populations locales.

Chapitre 4 : la trajectoire socio historique du système irrigué de Guédé, une histoire de transformations systémiques

Introduction

« La connaissance de l'histoire est doublement utile. Elle fait sentir au planificateur enthousiaste la force des enchainements qu'il devra rompre s'il veut leur substituer d'autres séquences d'évolution. Elle suggère au planificateur devenu modeste de rendre ses schémas d'intervention compatibles avec le cours quasi irréversible des choses » (Couty, 1981).

Dans ce chapitre, nous tentons de reconstituer la trajectoire socio historique du système irrigué de Guédé depuis la période coloniale à nos jours. Nous considérons que les rapports historiques de production de gouvernance et d'accès à la ressource, les propriétés sociales du système ainsi que les interactions déterminent la sensibilité des éléments d'un système et les capacités adaptatives à faire face à ces chocs (Turner et al., 2003a).

Dans ce sens, l'objectif d'étudier la trajectoire socio historique du système irrigué de Guédé est de retracer les processus, changements et perturbations dans le temps et de comprendre comment leurs différentes interrelations peuvent expliquer les mécanismes à la source des vulnérabilités des agriculteurs. Cette approche permet de mettre en perspective historique, une réalité étudiée dans son actualité. En d'autres termes, il s'agit de comprendre la vulnérabilité actuelle à la lumière des évènements du passé (Rocca, 2010; Payre, 2020). Cette approche, selon Savoye (2003), et Dessertine (2004) a une perspective généalogique, c'est-à-dire orientée par une histoire du temps présent à la recherche des transformations passées dont la situation actuelle hérite.

Cette approche de la trajectoire socio historique permet de considérer les dynamiques politiques socio-économiques, écologiques d'un territoire ou d'un socio écosystème, de natures et d'échelles spatio temporelles différentes, de mettre en perspective leurs synchronies et a-synchronies, et d'évaluer la force des impacts d'un niveau sur un autre (Spiegelberger et al., 2018).

L'affirmation de base de l'analyse de la trajectoire socio historique du système irrigué de Guédé est que la construction et l'évolution et la différenciation de la vulnérabilité agricole actuelle des ménages résulte en partie des structures sociales politiques, économiques, et environnementales du passé.

A partir des évènements marquants vécus ou relatés par les enquêtés lors des entretiens, nous proposons une reconstitution de l'histoire à « dire d'acteurs » combinée avec des données d'archives et des données de la littérature grise.

Ceci nous a permis de reconstituer les grandes périodes de l'évolution historique des différentes phases d'aménagement hydro agricoles tant dans les ruptures, les crises que dans les solutions apportées. La reconstitution de ces évènements marquants à l'échelle locale a été croisée à des changements et perturbations intervenus pour les mêmes périodes à des échelles plus larges (régional, nationale).

Questionner le passé permet de prendre en compte l'hétérogénéité des situations dans l'analyse de la vulnérabilité afin de fournir une réflexion systémique et nuancée du processus de construction et d'évolution de la vulnérabilité agricole d'un système irrigué.

1. Les périodes marquantes dans les transformations du système irrigué

La trajectoire socio historique du système irrigué de Guédé telle que nous l'avons reconstituée se compose de 6 grandes périodes allant de l'introduction de l'irrigation, en passant par les indépendances, les sécheresses, les plans d'ajustements structurels, la libéralisation de l'économie sénégalaise jusqu'à celle de la réhabilitation de la cuvette qui s'est accompagnée d'une redistribution des terres.

1.1. Période 1. Avant 1930 : un système traditionnel

La période 1 est celle avant la mise en place des infrastructures d'irrigation. La description qui va suivre correspond au fonctionnement de la zone d'étude avant l'introduction de l'irrigation. Faisant partie du vaste ensemble de la moyenne vallée du fleuve Sénégal, la zone sur laquelle s'étend l'actuel système irrigué de Guédé était principalement caractérisée par un système de production qui associait différents groupements ayant respectivement comme activité principale l'agriculture, la pêche et l'élevage sur le même terrain. Les populations et les activités étaient entièrement dépendantes du fleuve et de ses apports avec la crue qui faisait vivre un riche système agricole, halieutique et pastoral. Les cultures traditionnelles étaient réparties sur 3 espaces. « *Falo* » ou « *palés* » au pluriel sont les berges situées sur les bordures du fleuve permettant la production de légumes et légumineuses. Le « *Walo* » est l'espace producteur de sorgho et des cultures maraichères traditionnelles et le « *Jeeri* » producteur de mil (figure7).

Chapitre 4. La trajectoire socio historique du système irrigué de Guédé : une histoire de transformations systémiques

Chaque année, le fleuve et ses bras sortent de leur lit vers mi-août et viennent inonder le lit mineur « Falo » puis le lit majeur, le « Walo ».

Les berges ou « palés » sont des terres situées en pente douce sur le lit mineur du fleuve, juste sur ses bordures. Les berges sont inondées naturellement par les crues du fleuve. Le type de sol argilo-limoneux favorise une disponibilité de l'eau ce qui rend possible une diversification de production. Le semis pouvait se faire dès que le sol est humide, au fur et à mesure de la décente de l'eau.

« falo », ça veut dire la défense, c'est le sauvetage, avant de cultiver la culture du Walo et du Diéri, on cultivait d'abord les « palés », donc le nom de falo veut dire sauvetage, si on fait la traduction, c'est le sauveur parcequ'il fallait cultiver le falo pour pouvoir récolter et pouvoir avoir quelque chose à manger avant de cultiver le Walo, donc c'est un peu le sauveur comme son nom l'indique » Entretien 8.

Ces terres, appelées « les jardins potagers des paysans » étaient réservées aux cultures diversifiées comme la patate douce, béréf, la pastèque locale, le maïs, courge, gombo, tomate... Le plus souvent les cultures des berges se faisaient sur de petites surfaces et constituaient des espaces particulièrement cultivés par les femmes.

La possession des terres dans les berges était aussi un indicateur de l'origine de la personne ou du ménage. *« Toutes les familles d'ici ont des terres au niveau des berges, toute personne ici, à Guédé village, qui n'a pas de terre dans les berges n'est pas originaire d'ici, elle est étrangère. C'est un peu le titre qui fait la différence entre les gens qui sont du Fouta et les étrangers. Quand tu viens dans le village tu trouves qu'il y a des familles qui ont des terres au niveau des berges, automatiquement, il faut comprendre que ces gens-là sont originaires de ce village, tandis que si tu viens dans le village et que tu trouves qu'il y a des gens qui habitent dans un village et qu'ils n'ont pas de terres dans les berges, c'est qu'ils ne sont pas originaires du village, ils sont venus d'ailleurs, » Entretien 8*

Après avoir inondé le lit mineur, la crue continuait son chemin pour inonder le lit majeur : le Walo, constitué de terres argileuses d'origine alluviale (kol laldé). Après que la nappe se soit bien rechargée et les sols bien fertilisés les cuvettes se vidaient. Dans ces cuvettes argileuses inondées pendant un à deux mois par la crue du fleuve, les paysans installaient des cultures dont l'alimentation en eau était assurée par les réserves du sol. Saisonnière, l'agriculture de décrue se déroulait entre le mois d'octobre et de décembre. Les agriculteurs cultivaient du sorgho, (céréale nutritive) qu'ils associent à du niébé (légumineuse riche en protéine végétale) et de l'oseille. Et les résidus de ces cultures fournissaient le fourrage pour le bétail). Contrairement aux berges où le semis est court, dans le Walo il fallait attendre un bon moment pour semer.

« Ici c'était une zone de musulmans qui ne vivaient que de l'agriculture, de l'élevage de la pêche et des études coraniques. Les gens ne consommaient que les produits de l'élevage de l'agriculture et de la pêche. Les gens ne dépensaient rien ils avaient leurs houes et leurs systèmes d'irrigation naturelle, les gens cultivaient dans le Walo et les cultures pluviales dans le Diéri, on ne payait rien on ne payait pas l'engrais, on ne payait pas les machines, on ne payait l'eau on ne payait pas les pesticides... les gens vivaient tranquillement et les animaux aussi ils vivaient des sous-produits de ces cultures » Entretien _16.

Le Jeeri désigne les hautes terres sableuses située hors du lit du fleuve, donc jamais atteintes par la crue. Cette zone très vaste est formée de sols subarides très sableux et de dunes. Principalement arrosées par les eaux pluviales, les terres du Jeeri accueillait les cultures traditionnelles comme le mil, le niébé ou le béréf. La saison hivernale y durait environ 3 mois entre juillet et octobre. Les terres du Jeeri étaient surtout de vastes zones de pâturages. Ils occupaient d'importantes superficies. La différence se situe au niveau de la nature du sol, de la proximité avec le fleuve Sénégal et des possibilités agricoles qu'offre chaque milieu (Diouf, 2013).

L'agriculture de décrue permettait d'obtenir en saison sèche une deuxième récolte complétant celle de l'hivernage obtenue en pluvial sur le jeeri. Le système de production s'organisait au rythme de la crue et de la pluie, une complémentarité qui permettait d'assurer la disponibilité en céréales toute l'année. L'inondation offrait des zones de frai aux poissons, des pâturages durant la saison sèche et assure l'existence de formations d'espèces végétales (Bruckmann, 2018a). Ces activités se traduisant par un système d'échanges sous forme de troc entre mil, sorgho, lait et poisson et produits dérivés (Boutillier, 1989).

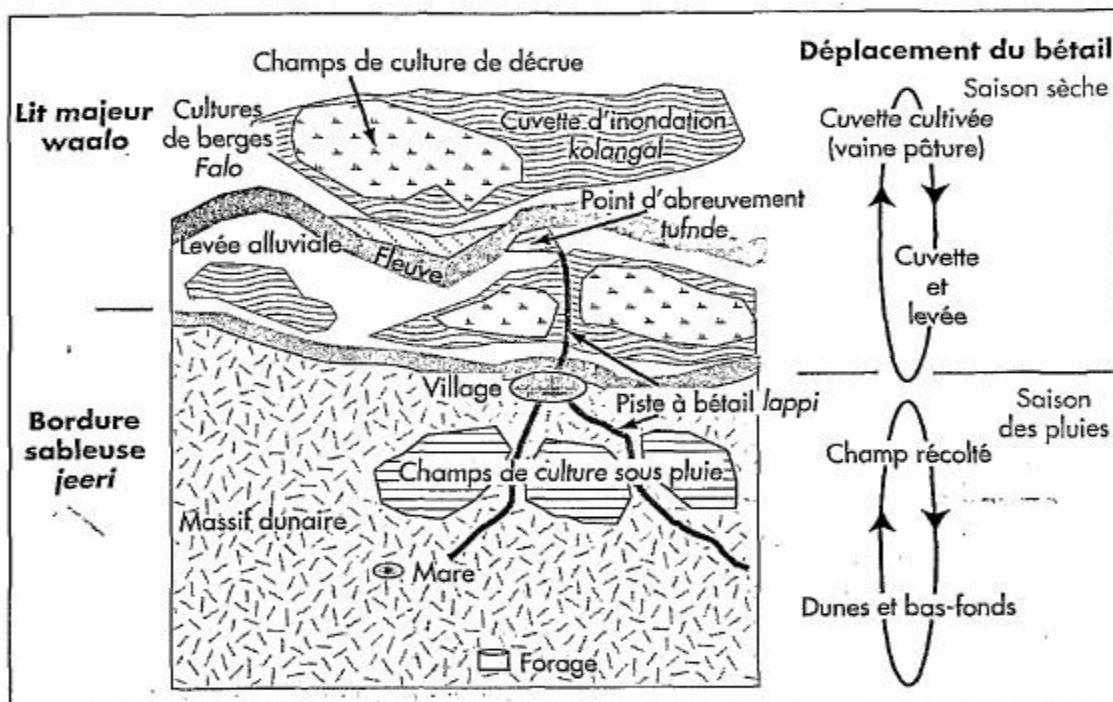


Figure 9 : Organisation de l'espace dans le système traditionnel de la moyenne vallée

Source : Santoir, 1996

La figure 7 explique la structuration de l'espace dans le système traditionnel de la moyenne vallée. Elle illustre un espace multi usages qui permet une utilisation complémentaire de l'espace dans le système traditionnel. Les activités agricoles et de l'élevage cohabitent toute l'année. Ces activités sont rythmées par le fleuve et la pluie. L'élevage est un élément indissociable dans le système traditionnel de la moyenne vallée.

L'occupation de l'espace suivait également la logique des activités. Les populations implantées dans le jeeri étaient dispersées sur un espace plus large dans des campements et hameaux et étaient orientées sur les activités pastorales. Les populations de pêcheurs étaient installées sur les terrains de hautes levées et vivaient au bord du fleuve. Ils suivaient la migration des poissons pendant la période de crue jusqu'au retrait des eaux qui marque le début des semis dans le Walo. Et dans les limites du lit majeur du fleuve, vivaient les cultivateurs.

Les villages appelés aujourd'hui Madina Fresbé et Guédé Diéri étaient des champs de cultures pluviales. Ce système reposait aussi sur une stratification sociale rigoureuse, une hiérarchie statutaire que Schmitz (1994), décrit comme une société triangulaire avec au sommet les nobles « Toorobbe », « Fuulbe » ou « Sebbe » qui sont les rois, les guerriers. Le second sommet est constitué d'artisans comme des forgerons « Waylube », de tisserands « Lawbe », de cordonniers « Sakeebe ». Et enfin arrivent les esclaves ou « Maccube ». Cette hiérarchie

statutaire qui oppose les descendants d'hommes libres et les descendants d'esclaves organisait l'accès à la terre, et régissait les activités. Des chefs de terroirs « Jom leydi » organisaient la succession des activités (Schmitz, 1994 ; Jestin, 2021) et les meilleures terres de décrue ayant plus de chances d'être inondées étaient réservées aux hommes libres « Toorobe » (Lericollais, 1986; Boutillier, 1989; Schmitz, 1994). Les bordures des cuvettes, rarement inondées, étaient réservées aux autres, qui, pour accéder aux terres de décrues, étaient obligés de faire du métayage « rempeccen ».

Cette logique statutaire décrit une société avec un accès inégalitaire aux terres de décrue. Ce système de caste a depuis longtemps été le fondement d'une identité forte, et la répartition des terres, l'organisation du travail, la répartition de la production étaient fortement dépendantes de l'appartenance des populations à des ethnies, castes, lignages.

Aujourd'hui, les parcelles cultivées en décrue (Walo et Falo) et en pluvial sont essentiellement héritées par lignage familial.

1.2. Période 2 (1930 à 1960) La période de la gouvernance coloniale : des premières phases d'aménagements à l'introduction de la riziculture irriguée

En 1880, le colon est arrivé dans la vallée du fleuve Sénégal et a identifié Guédé chantier, pour son potentiel d'aménagement. En 1933, des études sont entreprises en vue de l'aménagement de la vallée. Ces études avaient pour but de caractériser les régions arrosées par le fleuve, ayant des potentiel agronomiques (sols et climat), et des richesses (cheptel, sous-sol) permettant un aménagement qui favorise le développement de cultures et d'élevage, et l'amélioration de la navigabilité du fleuve. Dans cette première phase d'identification des zones à potentiel, Guédé Chantier a été identifié pour ses potentialités en agriculture. Sa position sur la rive gauche du fleuve était jugée favorable car elle prêtait à des cultures irriguées par gravité et par submersion. (Archive_1. Voir annexe 8).

Le territoire abritant l'actuelle cuvette de Guédé Chantier est érigé sur des anciennes terres qui appartiennent aux deux villages de Lérabé et de Guédé Village. Cet espace, appelé à l'époque « Diawagne » était une plaine inondée peuplée d'espèces arbustives et herbacées variées.

« Ici c'était touffu hein, c'était une forêt dans le vrai sens, donc il a fallu débroussailler, déboiser sérieusement le milieu » Entretien_4

Les premiers travaux de déboisement en vue d'aménagements ont démarré dans les années 1933-1934. La mission d'aménagement du fleuve Sénégal est créée en 1938 à cet effet et

Chapitre 4. La trajectoire socio historique du système irrigué de Guédé : une histoire de transformations systémiques

travaille en relation avec les services économiques de la colonie. En 1939 le colon entame la construction d'une digue de protection de 9,4 km de large par un ingénieur en Génie Civil, M. Minjos. Cette digue qui entourait un casier de 990 ha avait pour objectif d'isoler le bassin du champ d'inondation. Dans ce projet, 398 ha situés sur les parties hautes du casier étaient prévus pour la culture du coton et 200ha sur les parties basses pour la riziculture. Les 392 ha restants étaient réservés pour le rejet des eaux de drainage.

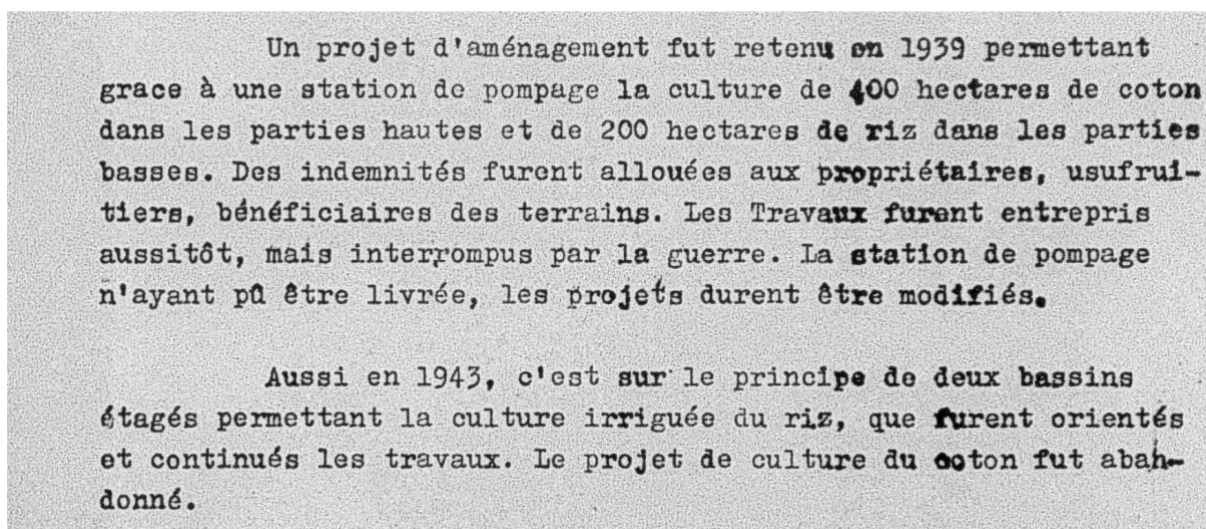


Image 1 : extrait d'archive

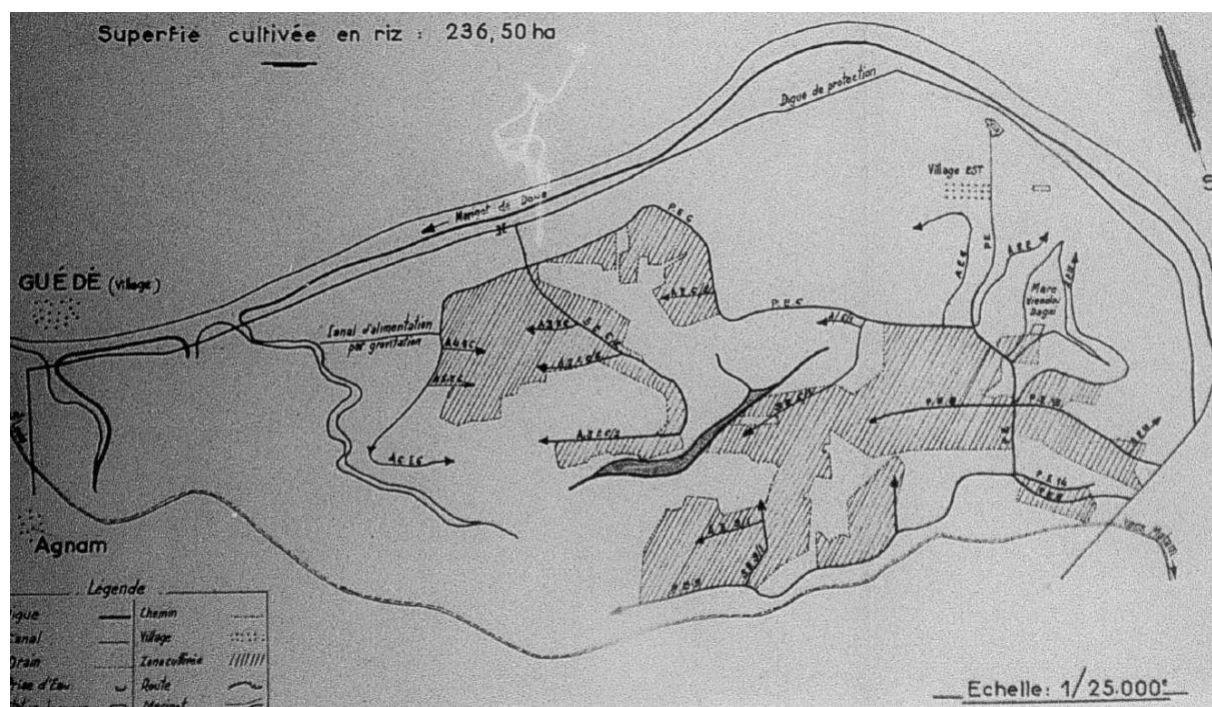
Source : Archive 1

L'objectif de base était de cultiver du coton, mais, les essais de cotons ne donnent pas de résultats et obligent l'abandon de cette culture. Pour peupler le village, le colonisateur a fait un recours aux chefs de cantons et villages voisins pour recruter une main d'œuvre qui devait dessoucher, défricher la forêt, y construire leurs maisons et aménager les terres à cultiver. Les critères de recrutement étaient les mêmes que celles de l'armée coloniale car il y avait peu de volontaires.

En 1942, « un tout premier essai fut tenté avec 28 colons¹⁶ avant l'installation officielle du colonat en 1943 » Archive 2 (voir annexe 9).

Les premiers essais de la culture du riz par prise directe sur le mar du doué furent aussi un échec complet par retrait trop rapide des eaux. En 1943, l'irrigation par gravité (carte 5) est introduite. Un bassin de rétention des eaux de pluies et de stockage des eaux de crue d'eau a été créé à Lérabé avec une capacité de 8millions de m³.

¹⁶ L'appellation colon ici fait référence non pas au colonisateur, mais aux individus et à leurs familles qui ont été amenés de force des autres villages pour être installés dans l'objectif de travailler au niveau de la cuvette de Guédé.



Carte 5 : Carte de la cuvette avec irrigation gravitaire

Cet ouvrage est constitué de canaux à ciels ouverts et d'une vanne à batardeau sur le fleuve. Ces ouvrages étaient pensés pour permettre une première phase de croissance de riz avec la pluie et la dernière phase était assurée par les eaux stockées dans le bassin naturel. Ces premiers aménagements réalisés dans la zone et structurés autour de digues et de vannes sont appelés les aménagements « primaires ».

La même année (1943), l'installation officielle des colons est effectuée. C'est ainsi que 50 « colons » et leurs familles furent acheminés dans le village dans des cases en banco, qui leur servaient d'abri. Ces colons venaient principalement des cantons de Dimât, de Toro, de Lao, de Yirlabé et de Bosséa et étaient souvent les plus démunis ou les plus « turbulents ». Le village de Guédé Chantier est créé avec l'arrivée de ces colons. Chaque colon recevait une superficie de 0,50ha de rizière par membre de sa famille adulte pour une année avec un minimum de 1 hectare et une superficie de 2,50 hectares destinée aux autres cultures potagères et céréalières. « *La terre reste une propriété du territoire et le colon, lié par un contrat individuel au territoire était juste propriétaire de son travail* » (Archive_3).

Chaque campagne, les colons recevaient une parcelle aménagée et l'équipement nécessaire à son exploitation y compris les semences et les pieds de riz élevés en pépinières avec des rendements évalués à 1,6 tonne par hectare (Archive_2, voir annexe 9). Au moment de la récolte, ils étaient tenus de rendre les semences en payant des intérêts et 400kgs de paddy par

hectare cultivée comme participation aux frais et aux redevances. En tant que salariés, les colons s'engageaient à participer aux travaux de réfection des digues, diguettes et canaux.

Pour le riz, le mode de semis se réalisait à la volée. Les bonnes récoltes obtenues par les premiers colons et la motivation faite par le colonisateur français, à savoir assurer le ravitaillement en denrée alimentaire pour les 50 colons, d'autres colons qui cette fois-ci étaient des volontaires. Ainsi, en 1947 40 colons volontaires se rajoutent, puis 5 de plus en 1948 et en 1950 12 nouveaux s'installent.

En 1951, on assiste à la passation du casier au service de l'agriculture. Les colons qui jusqu'ici assuraient seulement la culture pour leur compte sont tenus d'assurer l'entretien des digues, diguettes et canaux. Mais devant la précarité des aménagements et l'envahissement des parcelles par les mauvaises herbes, les rendements finirent par baisser fortement et passent de 1,8 tonne à l'hectare à 0,8 tonne à l'hectare. Les colons qui étaient de 107 en 1951 (107 hectares cultivés) se retirent progressivement et passent à 32 (avec 40 hectares cultivées) en 1956 (Annexe 9).

Les superficies étaient déjà distribuées aux familles venues effectuer les travaux forcés dans le nouveau périmètre. Ces dernières se sont partagées les terres et les ont laissés à leur descendance.

1.3. Période (1960-1970). Vers une logique économique et d'autosuffisance alimentaire soutenue par une gouvernance étatique encadrée

La période de l'indépendance fut marquée par le constat des autorités sénégalaises du déclin de cette zone et leur volonté de favoriser des tentatives nouvelles qui étaient plus orientées sur la mobilisation du travail paysan (Lericollais, 1986). L'OAV (Organisation Autonome de la Vallée) a été mise en place en 1961 pour consolider le modèle d'aménagement de la submersion contrôlée initié par le colonisateur, mais compte tenu des faibles moyens qu'elle avait, l'organisation était soutenue par des missions étrangères. Au niveau de la vallée du fleuve Sénégal, la SAED, société d'aménagement et d'exploitation du Delta a été créée en 1965 pour répondre à l'objectif d'autosuffisance alimentaire. La SAED avait pour objectif d'aménager 30 000 ha en dix ans, pour produire 60 000 tonnes de riz afin de réduire le déficit vivrier du pays (Diouf, 2013). Mais la SAED n'arrivera dans la moyenne vallée que plus tard. A Guédé, les premières interventions de la SAED datent de 1975. A Guédé, l'OAV était l'interlocuteur de l'Etat. Cette volonté de consolider la riziculture irriguée s'est matérialisée avec la mise en place d'aménagements secondaires. Les paysans ont été organisés en coopératives et plus tard, ces coopératives seront remplacées par des sections villageoises. L'intérêt de la riziculture se faisait de plus en plus ressentir par les populations à Guédé.

« Par la suite il y a eu un phénomène qui s'est produit. Les gens, tellement qu'ils avaient une idée, sur la production rizicole, ils allaient dans les alentours du casier, identifier des endroits, censés recevoir convenablement la culture du riz qui n'étaient pas aménagés conséquemment par rapport au programme. Ils l'enseménçaient et ça devenait sa propre propriété. La disparité des superficies possédées aujourd'hui à Guédé en général c'est dû à ça. Quand tu as reçu ta part de coopérateur, tu es parti trouver, chercher de tes propres moyens des drains. Et personne n'interdisait ça. Cela dépendait de ta volonté, de ta force physique, surtout de ta force physique. Il fallait dessoucher et il fallait labourer ». Entretien 4

« Après les aménagements secondaires, les gens ont commencé à déboiser, et à chaque espace que tu déboisais c'était à toi, tu pouvais augmenter ta parcelle » Entretien 5

La riziculture irriguée possible à Guédé à cette période a entraîné une arrivée massive de population qui étaient attirées par cette agriculture.

« Les gens venaient de partout parceque en ce moment-là, dans les années 1960, le riz on ne le trouvait qu'à Guédé » Entretien 5.

Pendant cette période, les intrants étaient subventionnés et certains même gratuit.

« Avec l'OAV, tu venais avec ton attelage et tu récupérais ton engrais gratuitement, tu ne payais rien. Je me rappelle à cette période, la cour de notre maison était toujours remplie de sacs d'engrais ». Entretien 1

Entre la période coloniale et celle post indépendance, les aménagements seront passés de types primaires avec des digues et vannes à des aménagements de types secondaires avec des diguettes internes, des canaux primaires et secondaires.

1.4. Période 4 (1970-1980) : D'une logique de développement à une logique de survie : l'intensification comme moyen de sortir de la crise

Au début des années 1970, l'amorce de la sécheresse a commencé à créer un mouvement social d'exode rural avec les villages qui ont commencé à se vider. Guédé à l'instar de beaucoup des régions soudano sahéliennes, est frappé par l'une des principales crises alimentaires qu'ait connue l'Afrique sahélienne au XXe siècle dû à une réduction drastique des cumuls pluviométriques. On relève un déficit de 68% à Podor, et une faiblesse des crues qui laisse planer la menace d'une famine. L'état sénégalais amorce un programme pour venir en aide aux populations qui avaient faim mais aussi avec pour objectif de fixer ceux qui étaient restés et d'inciter le retour de ceux qui étaient partis.

Chapitre 4. La trajectoire socio historique du système irrigué de Guédé : une histoire de transformations systémiques

« En 1969, ça je suis témoin. Il y a eu la sécheresse, l'amorce de la sécheresse en 1969. Cette sécheresse-là, elle a créé un mouvement social qu'on appelle l'exode. La sécheresse quand elle est venue il n'y a pas seulement que la cuvette de Guédé qui a souffert, les autres populations du Sénégal et on a observé un mouvement d'exode des populations en quête de leur survie. D'aucuns sont partis vers les centres urbains tel que Dakar, Saint Louis, Thiès, des choses comme ça, d'autres sont partis à l'extérieur. Dans les villages on remarquait qu'il n'y avait plus de main d'œuvre. Toute la main d'œuvre valide a quitté, il n'est resté que des femmes et des vieillards. Ça c'était caractéristique, je l'ai vécu » Entretien 5

Face à cette crise qui touchait le Sénégal, les PIV étaient une solution d'urgence trouvée par l'état pour arrêter l'hémorragie de l'exode rural. Dans la vallée du fleuve Sénégal, sont introduits les petits périmètres villageois situés à proximité du lit mineur du fleuve ou de ses défluent (burrelets et berge). Le pompage de l'eau est assuré par un groupe motopompe autonome. Ces aménagements ne comportent que des canaux d'irrigation primaires et secondaires sans drainage (source OMVS).

Mais à Guédé, avant l'arrivée des PIV, pour fixer les populations qui étaient restées et encourager le retour de ceux qui étaient partis, l'Etat relance les aménagements au niveau de la cuvette de Guédé.

De 1969 à 1973 dans le casier de Guédé, la chine Formose, sollicitée par l'état sénégalais aménage 118 ha avec des rendements de 8 à 10 tonnes à l'hectare. Ils introduisent des techniques de pépinière et de repiquage ainsi que le maraîchage et la double culture du riz. Les jeunes du village sont embauchés dans comme apprentis, mécaniciens, chauffeurs, pompistes, électriciens, soudeurs, etc.

Cette période racontée par les populations comme une des périodes les plus prospères de l'agriculture.

« Partout dans le Fouta, je dis hein dans le Fouta profond il y avait cette disette. Ici à Guédé, et c'était la première fois que ça se passe au Sénégal en 1970, les chinois ont introduit la double culture de riz, la double culture j'ai dit, nous avant, on faisait une seule saison par an, c'était pendant l'hivernage, et on avait dans notre mentalité, le riz ne se faisait qu'en hivernage. Mais les chinois quand ils sont venus avec leur matériel, ils nous ont initiés à la double culture et c'est ça qui nous a sauvé et qui dit double, dit augmentation et on ne récoltait la graine qu'une fois par an, maintenant on la récolte deux fois par an. Ah c'était extraordinaire, on avait du riz en pagaille. Et les gens immigraient de chez eux, venaient s'entasser ici à Guédé ». Entretien 5

« Les années 1970 les chinois sont arrivés installant les champs, Machalah, il y avait beaucoup de riz, on avait beaucoup d'argent, tu voyais parfois un jeune, surtout avant la dévaluation du FCFA, tu voyais un jeune de rien du tout qui avait beaucoup de millions » Entretien 3.

Chapitre 4. La trajectoire socio historique du système irrigué de Guédé : une histoire de transformations systémiques

De 1973 à 1978, la Chine Formose est remplacée par la Chine populaire pour continuer les aménagements. Cette dernière augmentera de 23 ha les 118 ha déjà aménagés, d'où un total de 141 ha.

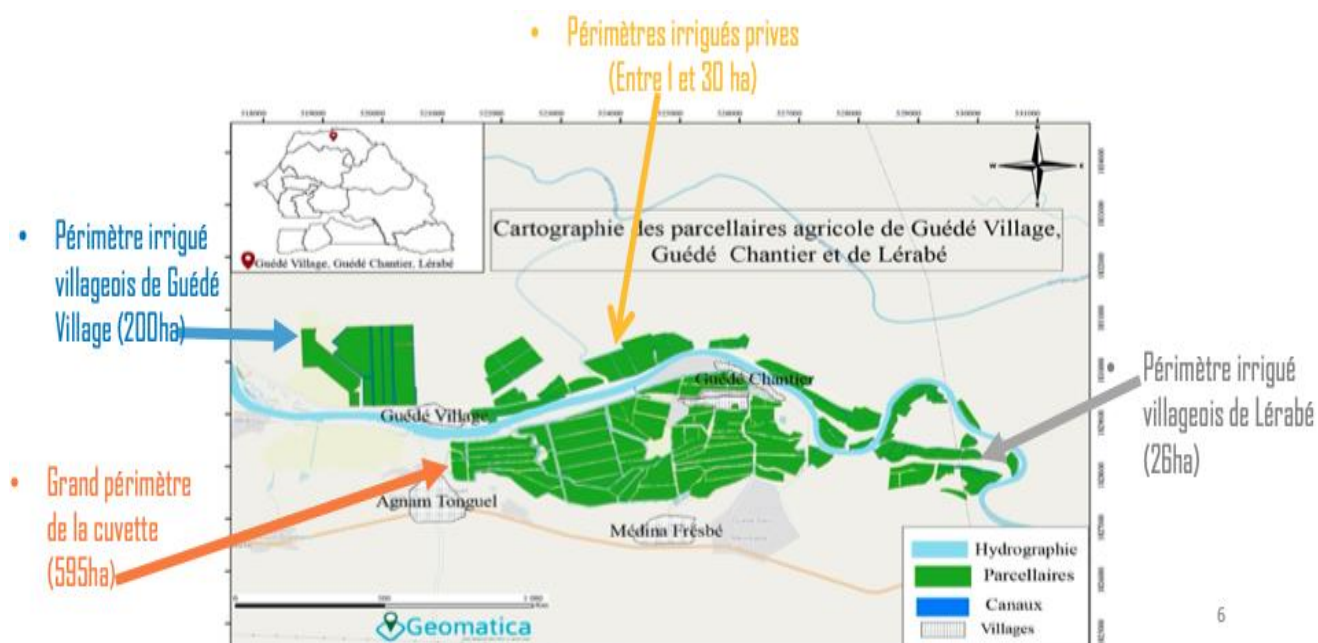
Cette période correspond à l'arrivée en 1975 de la SAED (société d'aménagement et d'exploitation du Delta), une société régionale de développement rural dans la moyenne vallée du fleuve. La SAED a été déjà mise en place depuis 1964 par l'Etat qui lui a confié comme mission de faire de grands aménagements en vue de promouvoir sérieusement la culture du riz dans le delta exclusivement qui remplace l'Organisation Autonome de la Vallée (OAV).

De 1977-1978 : les chinois de Formose reviendront pour consolider tous les aménagements et les réalisations qui y ont été faites. C'est à partir des années **1978** qu'est introduite pour la première fois à Guédé la culture de la tomate.

1.5. Période 5 (1980-1990) : L'injonction au désengagement : le début d'une libéralisation chaotique continuant à soutenir l'intensification

Au milieu des années 80, l'installation de deux barrages le long du fleuve Sénégal, l'un à Manantali et l'autre à Diama soutient l'objectif d'intensification rizicole. Cet aménagement structurant va précipiter la transformation de l'espace agricole et l'organisation agropastorale des territoires (ORSTOM 1981).

Vers la même période sur le système irrigué de Guédé, on assiste à la création du périmètre irrigué villageois de Lérabé en 1984 et le périmètre irrigué villageois de Guédé village en 1989 (carte 5).



Carte 6 : Les différents périmètres du système irrigué de Guédé

Le périmètre irrigué villageois (PIV) de Lérabé couvre une superficie aménagée de 26 ha incluant les canaux et les digues. Dans sa répartition initiale, le périmètre irrigué villageois de Lérabé aussi appelé coopérative de Lérabé compte 223 attributaires. La répartition s'est faite par ménage et la taille moyenne des parcelles par famille est de 10 ares dont 6 ares réservés à la riziculture et 4 ares réservés à la polyculture.

Il est composé d'un seul GIE, mais à chaque campagne, il est subdivisé en plusieurs secteurs qui s'autogèrent. Chaque secteur assure son approvisionnement en carburant, en semences. L'accès à l'eau dans le périmètre irrigué villageois de Lérabé se fait grâce à une motopompe entièrement gérée par le GIE. La gestion de l'eau et de la motopompe est assurée par le président de la coopérative. Le financement des activités agricoles est assuré principalement par les producteurs eux-mêmes qui n'ont pas recours à la banque.

Le périmètre irrigué villageois de Guédé village couvre une superficie de 200 hectares divisés en 4 casiers de 50 hectares chacun qui sont à leur tour divisés en plusieurs parcelles. Dans chaque casier, la partie la plus importante est réservée à la riziculture et la moins importante est réservée à la polyculture.

Le PIV de Guédé village compte 1000 attributaires regroupés en 4 Groupements d'Intérêt Economique (GIE). L'attribution s'est faite selon le nombre de personnes actives qui composent le ménage. 1 hectare était attribué à 5 personnes actives avec une superficie cultivable de 94ares. 80 ares étaient réservés à la riziculture, 10 ares à la polyculture, 4ares réservés à la pépinière et les 6 ares restants correspondent aux canaux et diguettes. Les PIV

de Guédé Village sont alimentés par un groupe motopompe (GMP) et les frais d'entretiens, le salaire du pompiste et les frais du gazole sont à la charge du GIE.

A la même période, sous la pression des programmes d'ajustement structurels (PAS) de la banque mondiale, une nouvelle politique agricole (NPA) est mise en place. La NPA soutient l'intensification agricole pour limiter l'impact des aléas climatiques et encourage la participation du secteur privé dans la gestion du secteur agricole. La SAED devient société nationale en 1980 mais ses activités sont limitées à la gestion de l'eau et de l'entretien des axes hydrauliques.

Les autres fonctions antérieurement assurées par la SAED sont privatisées. La CNCAS (Caisse Nationale de Crédit Agricole du Sénégal) est créée en 1986 pour permettre aux paysans d'avoir accès aux crédits nécessaires pour faire face aux coûts engendrés par les impératifs de la mécanisation et l'industrialisation de l'agriculture : achat de produits phytosanitaires et engrais, de semences certifiées, et de gasoil.

Les paysans se sont organisés, et l'Etat a créé des infrastructures financières, pour financer tout producteur qui s'organise pour exploiter les cultures irriguées. Ce fut la période qui marque le début du foisonnement des exploitations familiales. Les agriculteurs ont cherché à s'ériger en GIE (groupement d'intérêt économique) pour pouvoir recourir aux prêts bancaires. La dévaluation du FCFA a été vécue à Guédé comme un traumatisme, pour des populations qui commençaient à s'habituer à une double culture qui offrait d'importants rendements, cette crise financière a accéléré l'appauvrissement des agriculteurs qui semblaient désorientés.

« Avec la dévaluation, tu voyais les gens qui pleuraient en disant « comment je vais faire avec toutes les dettes que j'ai contractées et autres ». Entretien 3.

1.6. Période 6 (depuis 1990) : Le réaménagement de la cuvette de Guédé : une nouvelle organisation structurée autour des GIE

L'Etat Sénégalais a mis en place vers les années 1990 un programme pour élargir et reprendre le système d'irrigation au niveau de la cuvette, programme qui sera dirigé par les Kowétiens. Pendant la période de réhabilitation qui a duré entre 1 et 2 ans de réhabilitation les populations assistent à un arrêt total de toute production dans la cuvette.

« les gens sont restés ici sans rien faire, sans cultiver ni rien, donc il y a la famine qui s'est installée, beaucoup de jeunes autres qui étaient-là ont commencé à émigrer, à sortir alors que c'était pas le cas des Guédéens d'antan, les gens de Guédé ne connaissaient pas vraiment le voyage, l'émigration, mais quand il y a eu cet aménagement, on est resté près d'un an sans cultiver, sans rien, les jeunes sont sortis, ont voyagé d'autres à Dakar, d'autres dans les pays centre africains, d'autres en Mauritanie etc. depuis lors, les gens ont perdu l'habitude de travailler comme ils travaillaient avant » (Entretien 2).

Chapitre 4. La trajectoire socio historique du système irrigué de Guédé : une histoire de transformations systémiques

Avant la réhabilitation, des négociations entre les détenteurs de terre les ont amenés à décider une partie des terres. Chaque GIE a cédé 10% de ses terres pour qu'elles soient redistribuées. Ce sont sur ces terres ainsi libérées et celles nouvellement aménagées qui ont été mises à la disposition de ceux qui n'en avaient pas (jeunes sans terres et migrants).

« La redistribution a pris en compte les anciens colons, c'est-à-dire les premiers habitants de Guédé qui avaient la partie la plus importante. Les deuxièmes qui venaient juste après les colons avaient une partie. Et pour le troisième qui étaient les derniers venus, qui décidaient de rester dans le village, l'Etat a demandé, juste après la formation des GIE de céder une superficie à ces derniers venus. Chaque GIE a pris les 10% de sa superficie totale pour les distribuer aux derniers venus on leur a donné une partie ».

Entretien 5

Avec la nouvelle réhabilitation au niveau de la cuvette, les sections sont dissoutes et les GIE, (groupement d'intérêt économique) deviennent vraiment effectifs. Cette structure reconnue par la SAED et qui permet avec l'appui et l'accompagnement de cette dernière d'accès à du crédit bancaire de la caisse nationale de crédit Agricole de Sénégal (CNCAS). Depuis le désengagement de l'état et la réhabilitation du périmètre, la gestion des infrastructures hydrauliques, leur entretien, leur surveillance et le respect des délais de paiement de la redevance est gérée par l'union des GIE.

Pour être membre d'un GIE, il est obligatoire d'être propriétaire d'une parcelle. Les dernières attributions des parcelles datent de 1994. Par contre l'union a le pouvoir d'affecter ou de désaffecter des terres en cas de non exploitation ou de non-respect des règles collectives du GIE en cas de non-respect du calendrier cultural ou des systèmes de cultures.

Le grand périmètre de Guédé ou « cuvette de Guédé » aménagé sur des anciennes parcelles de décrues couvre une superficie globale de 595,12 hectares subdivisé en deux parties : une partie destinée à la riziculture avec une superficie de 395,41 hectares et une autre assignée à la polyculture avec une superficie de 199,71hectares. Ce grand périmètre polarise autour de lui 5 localités : Guédé chantier, Guédé village, Agnam Tonguel et Madina Fresbe et Lérabé pour une population de 21549 habitants. Le périmètre est divisé en casiers, chaque casier est à son tour divisé en parcelles de taille variables. Le grand périmètre de Guédé compte 1780 attributaires composé de 21 Groupements d'Intérêt Economique (GIE).

L'accès à l'eau se fait par une station de pompage fixe raccordée à une station de drainage. Les parcelles du grand périmètre de Guédé sont organisées en maille hydraulique dans un objectif d'optimisation de la gestion de l'eau. A côté de ces différents périmètres, il existe des espaces agricoles dédiés aux femmes appelés Jardins des femmes. Ces périmètres de diversification féminins sont souvent situés sur les périmètres irrigués des différents villages. Les jardins sont

Chapitre 4. La trajectoire socio historique du système irrigué de Guédé : une histoire de transformations systémiques

de taille variable (78 ares à Guédé Village partagés par 40 personnes, 1,5 ha pour Lérabé partagés par 38 personnes). Les parcelles varient de 1 are et 3 ares par adhérente. L'accès à l'eau dans les jardins de Guédé Village et Lérabé se fait grâce à un Groupe motopompe (GMP), tandis qu'à Guédé Chantier, la parcelle bénéficie du système de pompage du grand périmètre. Les frais du GMP sont pris en charge par les adhérentes. Le type de gestion et le financement varient, mais certains de ces jardins sont financés par des ONG : ASPSP, ENDA PRONAT... qui soutiennent des groupements de femmes organisés en association pour l'achat des clôtures, de la motopompe, et parfois les semences.

Le système irrigué que nous étudions connaît aujourd'hui une prolifération de périmètres irrigués privés détenus, aménagés et gérés par des particuliers. Ces périmètres irrigués privés (PIP) sont des terres soit héritées ou achetées, aménagées souvent par les agriculteurs eux même. Souvent émanant de l'initiative d'un particulier, d'une famille ou d'un groupe, la gestion et le financement des équipements sont assurés par propriétaires souvent organisés en GIE. Les périmètres irrigués privés (PIP) se localisent à proximité du fleuve et sont alimentés par des groupes motopompe. Dans le système irrigué que nous étudions, il existe plusieurs périmètres irrigués privés avec des superficies très variables (1 hectare à plus de 30 hectares).

L'aménagement, la gestion et le financement des équipements sont assurés par propriétaires souvent organisés en GIE. Les périmètres irrigués privés (PIP) sont alimentés par des groupes motopompes et les frais de carburant, l'amortissement de la motopompe sont entièrement à la charge des exploitants qui organisent eux-mêmes leur financement.

Même si on y cultive du riz, le maraichage reste particulièrement dominant dans les périmètres irrigués privés. Le mode d'exploitation est assez autonome et fluide et le plus souvent laissé à l'initiative de l'exploitant.

La zone d'étude est passée d'un système traditionnel basé sur la coexistence de l'agriculture de décrue, pluviale, de l'élevage et de la pêche à un système basé sur la maîtrise de l'eau. Il est constitué de la cuvette de Guédé du périmètre irrigué villageois de Lérabé qui compte 30 ha et du PIV de Guédé Village d'une superficie de 200ha. A côté il existe une multitude de périmètres irrigués privés et plusieurs jardins de femmes.

La frise chronologique qui suit retrace l'histoire des politiques liées à l'agriculture et aux aménagements à l'échelle nationale, en faisant la correspondance dans le temps avec les aménagements à l'échelle de notre territoire. Elle montre les différentes périodes des aménagements depuis la période coloniale à aujourd'hui et permet de voir les différentes actions politiques et les décisions qui ont eu des influences sur les décisions et actions d'aménagements hydro agricoles au niveau de notre territoire. Notre frise retrace aussi les

Chapitre 4. La trajectoire socio historique du système irrigué de Guédé : une histoire de transformations systémiques

différents chocs qui ont marqué ces périodes. Cette trajectoire socio historique a été présentée sous forme de poster aux populations enquêtées, pour discuter et valider avec eux les grandes étapes de l'histoire du système irrigué (voir annexe 15 poster socio historique).

Chapitre 4. La trajectoire socio historique du système irrigué de Guédé : une histoire de transformations systémiques

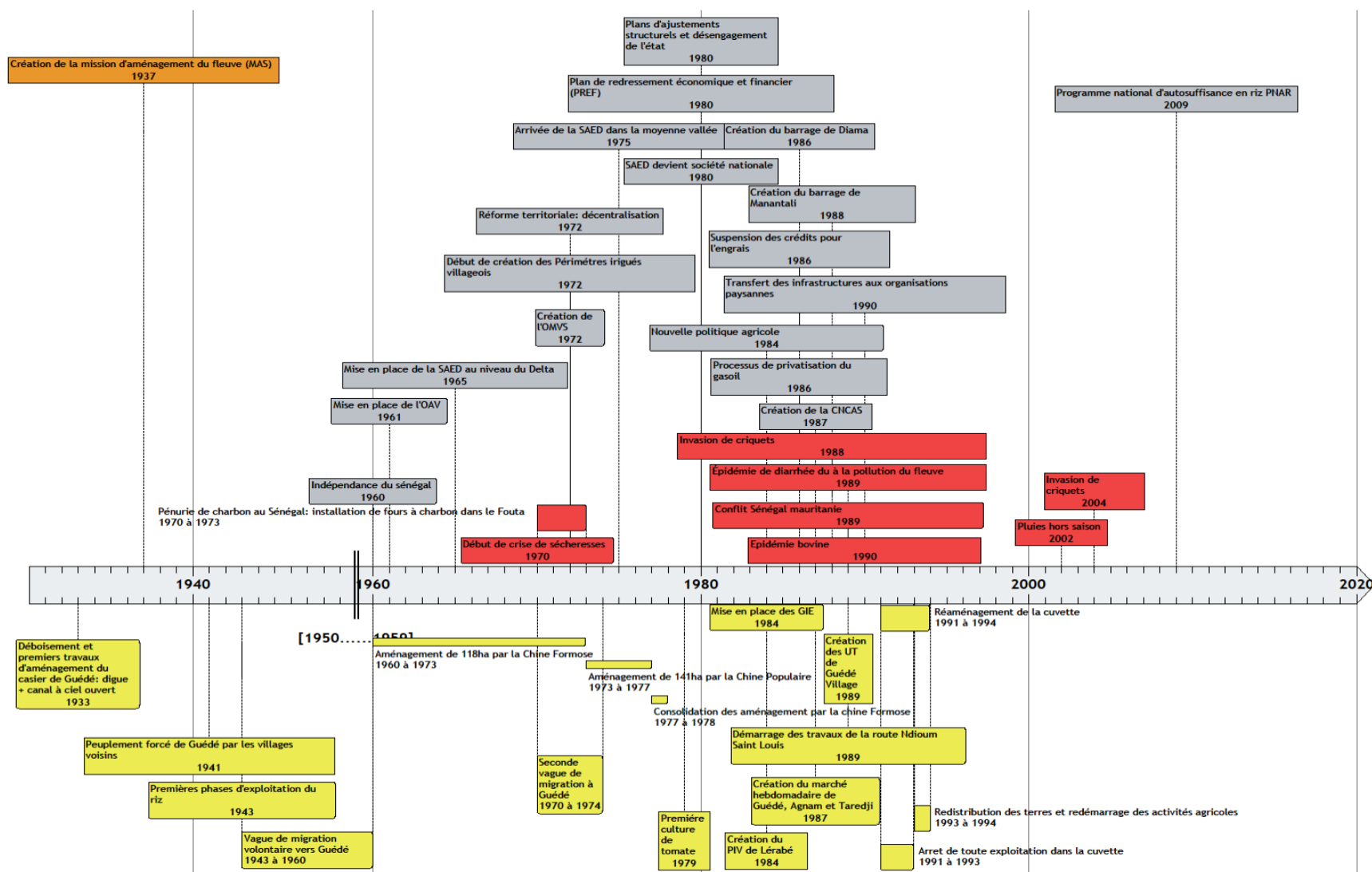


Figure 10: Frise chronologique depuis le début des aménagements à nos jours. Les cadres en gris représentent les événements à l'échelle nationale, les cadres en jaune décrivent les changements à l'échelle du système irrigué de Guédé. Les cadres rouges sont les grandes crises et perturbations à l'échelle du système irrigué déclarées par les populations locales.

2. Répartition des ménages enquêtés à travers ces 6 périodes et interprétation des problématiques soulevées

Cette analyse de la socio-histoire nous montre une configuration historique et spatiale du système qui était en place et qui a évolué. Nous avons décidé de confronter les ménages à cette répartition spatiale et historique en questionnant leur période d'installation. A la lumière de « l'histoire orale », des données d'archives nous avons ensuite interprété la situation actuelle au niveau de la cuvette de Guédé.

2.1. Répartition historico spatiale des ménages enquêtés

L'analyse de la trajectoire à travers les différentes périodes nous révèle l'intérêt qu'a suscité l'irrigation et la double culture rendue possible à Guédé, mais aussi des périodes de déclin qui a entraîné le départ des populations de Guédé et notamment des jeunes vers d'autres régions du Sénégal ou à l'étranger.

Le tableau 4 indique la répartition des périodes d'installation des ménages enquêtés actuellement présents. Ces données sont issues de nos enquêtes socio-économiques. La période entre 1930 et 1960 est la période qui a enregistré le plus grand nombre d'installation d'abord avec la migration forcée, puis la migration volontaire suite aux premiers résultats de la riziculture irriguée.

Répartition des périodes d'installations des ménages	
Période d'installation	Effectifs
Avant 1930	29
Entre 1930 et 1960	67
Entre 1960 et 1970	47
Entre 1970 et 1980	36
Entre 1980 et 1990	10
Depuis 1990	17

Tableau 4 : Répartition des ménages par période d'installation

Ce tableau illustre le pic de migration qui a suivi l'introduction de la culture irriguée. Cette vague de migration s'est poursuivie jusqu'aux années 1970. Avec la pression démographique, et la faiblesse des rendements, la migration s'est progressivement réduite au fil des années.

Nous avons également regardé la répartition des périodes d'installation en fonction des villages (Figure 11). L'analyse révèle également une hétérogénéité à l'intérieur des villages.

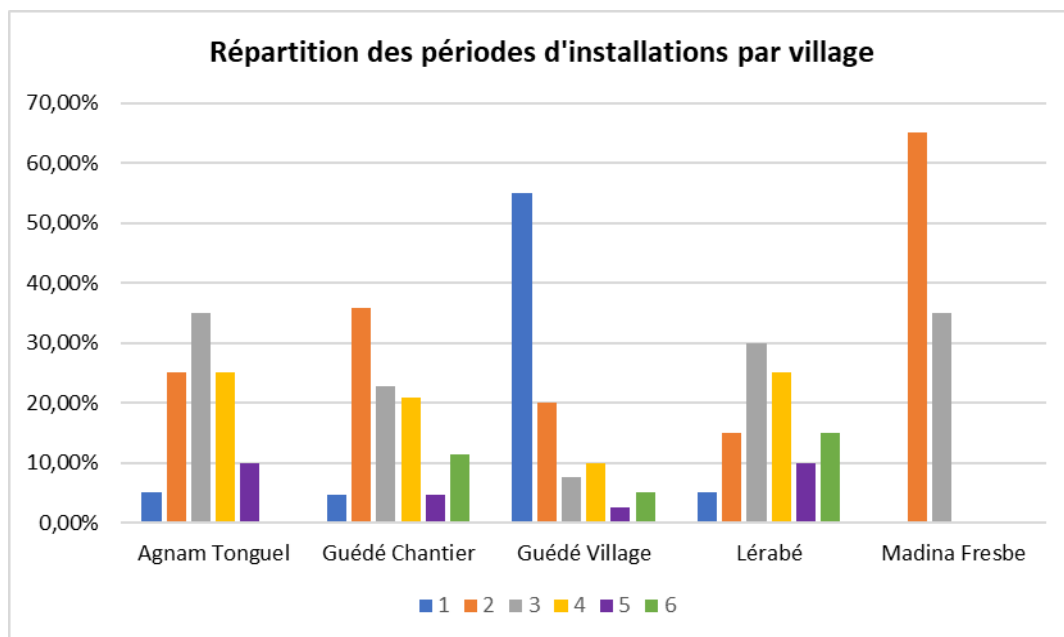


Figure 11 : Répartition des périodes d'installations par village

Les ménages les plus anciennement installés sont à Guédé-village, ceci est cohérent car Guédé Village étant le village le plus ancien du système irrigué. Avec le pic de migration entre 1960 et 1970, tous les villages ont connu de nouvelles installations de ménage. Les plus importants étant enregistrés à Madina Fresbé et à Guédé Chantier. L'installation des ménages de Médina Fresbé s'est effectuée uniquement entre la période 2 et la période 3. Pour la période la plus récente (Période 6), seuls les villages de Lérabé, de Guédé Chantier et de Guédé Village, ont connu l'arrivée de nouvelles personnes.

2.2. Interprétation de la situation actuelle par le biais de l'histoire orale

A travers les entretiens, le récit des populations locales fournit un récit argumenté et critiqué des différents changements qu'a connu le système irrigué de Guédé. Nous nous appuyons sur cela pour interpréter la situation actuelle du système irrigué.

L'actuel système irrigué de Guédé était historiquement caractérisé par la coexistence de différents systèmes de productions qui se complétaient. Mais avec l'aridité du milieu, les activités liées à l'hivernage étaient aléatoires. D'abord pour répondre à la demande de la colonie et par la suite du fait de la baisse des précipitations et des volumes de crue, l'agriculture irriguée mise en place était censée se substituer à l'agriculture traditionnelle. Bien que les systèmes irrigués augmentent la capacité de production et limitent la sensibilité vis-à-vis de

la sécheresse, à l'initiative des aménagements, le déboisement pour aménager les périmètres a entraîné une disparition de certaines ressources ligneuses, ce qui constitue une perte d'options de revenus pour les ménages entraînant une pression supplémentaire sur les ressources disponibles. L'analyse des entretiens montre que la vulgarisation et le soutien de l'agriculture irriguée a entraîné un abandon progressif des zones de cultures traditionnelles (Walo, Diéri) au profit d'une agriculture peu diversifiée.

L'analyse de l'organisation traditionnelle du système social témoigne d'une société fortement hiérarchisée et inégalitaire avec des populations exclues dans l'accès à la terre du fait de leur appartenance sociale. Même si cela n'a pas été abordé dans les entretiens, d'autres travaux montrent que la mise en place des aménagements a favorisé l'accès à la terre loin de cette hiérarchie, ignorant ainsi les disparités foncières liées au statut social (Le Roy, 2004a).

L'historique de l'aménagement de la cuvette montre que la forte attraction pour l'agriculture possible toute l'année a eu pour conséquence une saturation foncière comme le témoigne cet enquêté : « *La population augmente alors que les terres n'augmentent pas* » (Entretien 6_2019).

La population croissante (issue de l'immigration ou du croît démographique) attirée par la mise en place de l'irrigation et la concentration spatiale, remettent en question la capacité des ressources à couvrir les besoins des ménages (Nelson et al., 2010).

A la période du colonat, les superficies allouées pour le riz étaient de 0,50 ha par membre de la famille adulte avec un minimum de 1 hectare et pour chaque famille 2,5 h était alloués aux autres cultures. Aujourd'hui, avec la fragmentation foncière au fil des générations qui entraîne une diminution de la taille des exploitations et l'absence d'opportunité pour accéder à d'autres espaces irrigués, nos données montrent que les superficies détenues par ménage sont très faibles pour couvrir les besoins alimentaires et monétaires des ménages : l'analyse de l'échantillon total des ménages enquêtés montre des superficies moyennes possédées en irrigué relativement petites et inégalement réparties. Le tableau 5 montre que 14,8% des ménages n'ont pas accès à la terre, 12% ont une superficie inférieure à 0,25 et 20% disposent entre 0,25 et 0,50ha de superficie irriguée. 14,8% des ménages sont sans terres tandis que 20% des ménages concentrent 90% de la superficie totale en irriguée.

Tableau 5 : Répartition des superficies en fonction des ménages

Classes de superficies en hectare	Effectif de ménages	Pourcentage
0	29	14,8%
⌈0 ; 0,25⌈	25	12,14%
⌈0,25 ; 0,50⌈	43	20,87%
⌈0,50 ; 0,75⌈	31	15,05%
⌈0,75 ; 1⌈	27	13,11%
⌈1 ; 1,25⌈	12	5,83%
⌈1,25 ; 1,50⌈	12	5,83%
⌈1,5 ; 1,75⌈	5	2,43%
>1,75	21	10,19%

« Vers les années 1980, 1981, 1982, jusqu'à présent, les jeunes partent, ils continuent de partir et même ceux qui viennent ne restent pas longtemps, parce que ils n'ont pas de travail, ils restent à ne rien faire, tu as 6 ou 10 ares, ça ne peut tenir un célibataire à plus forte raison un ménage ». Entretien 16

Aussi, dans la cuvette, la configuration pensée par le colonisateur puis prolongée par l'Etat, a enfermé les agriculteurs dans une situation qui limite toute possibilité d'extension. Ainsi, les producteurs pour assurer la nourriture de la famille ou dégager un surplus financier sont parfois obligés de surexploiter les parcelles disponibles pour obtenir plus de rendements. Un système de culture intensif qui encourage l'utilisation de produits chimiques s'est mis en place. L'analyse à dire d'acteurs et de la littérature montre que la surutilisation des terres perturbe leur régénération naturelle (Poussin et al., 2003) et entraîne à long terme la pauvreté des sols, et la forte utilisation des fertilisants peut contribuer à la pollution des eaux de surfaces et souterraines. Cette pression sur les terres entraîne la faiblesse des productions et la dégradation de l'environnement (Headey and Jayne, 2014).

« Depuis les années 1970 jusqu'à 1990, quand tu cultivais de la tomate, tu récoltais beaucoup mais après 1990 jusqu'à aujourd'hui on a constaté une réduction de la production. Parce que avant tu pouvais voir un producteur qui avait 800.000 FCFA à 900.000 FCFA sur une exploitation qui faisait 0,20ha à 0,30ha mais maintenant tu peux voir des paysans qui peuvent exploiter 1ha et qui n'arrivent pas à payer leurs dettes. On n'est pas des techniciens mais je pense que c'est les sols qui commencent à s'user »
Entretien1

A Guédé, l'insuffisance des terres explique que les parcelles soient cultivées en continu. Cette mise en culture continue avec des techniques de semis, de fertilisation intensive ont fait baisser

Chapitre 4. La trajectoire socio historique du système irrigué de Guédé : une histoire de transformations systémiques

au fil des années les rendements au moment où la population ne cesse d'augmenter. Aujourd'hui, l'entretien des aménagements est confié aux producteurs.

« Ce dont nous avons le plus peur c'est les canaux principaux, ils commencent à se dégrader et à être obsolètes. Et là en ce moment j'ai commencé à demander une pelleuse pour nettoyer les drains, mais je n'arrive pas à l'avoir, il faut aller jusqu'à Ross Bethio pour avoir une pelleuse au niveau du pole hydraulique ». Entretien 1

Dans le système irrigué de Guédé, pour les différents périmètres irrigués aménagés, on assiste à une dégradation des aménagements et des infrastructures hydro agricoles liée au manque d'entretien et la prolifération des mauvaises herbes fait que le taux de mise en valeur s'affaiblit au fil des années et la double culture est devenue rare.

Les producteurs nourrissent une situation de dépendance vis-à-vis de la banque qui dispose d'un monopole du financement agricole. Aussi les agriculteurs sont soumis à une difficulté d'accès au crédit de campagne qui devient pour les organisations paysannes une véritable bataille et qui fait que le niveau de redevance hydraulique et son recouvrement sont faibles. L'accès aux intrants et aux équipements agricoles dépend de la capacité de remboursement du GIE et au bout d'un endettement, le GIE se voit interdire le droit au crédit.

Conclusion

La vulnérabilité que nous cherchons à analyser dépend des liaisons, toutes aussi complexes et variées, que les différents éléments de notre système entretiennent avec leur environnement tant biophysique que socio-économique (Décamps, 2007). C'est dans ce sillage que s'est construite notre réflexion sur l'analyse de la trajectoire historique du système irrigué autour de la cuvette de Guédé.

L'objectif de ce chapitre était de reconstituer la trajectoire socio historique du système irrigué de Guédé avant et depuis l'introduction d'aménagements hydro agricoles. Nous avons pour cela mobilisé l'histoire « à dire d'acteurs », les données d'archives que nous avons combinées à la littérature grise.

La reconstitution de la trajectoire socio historique telle que nous la présentons dans ce chapitre n'est ni neutre ni complète. Mais elle nous a permis de décrire les grandes étapes de la mise en place des aménagements dans le système irrigué de Guédé et d'analyser la manière dont elle a été argumentée et critiquée par les populations locales.

Cette approche diachronique montre que de 1930 à nos jours, ce système a connu un certain nombre de changements et de restructurations qui fondent un certain nombre de facteurs

Chapitre 4. La trajectoire socio historique du système irrigué de Guédé : une histoire de transformations systémiques

explicatifs de la vulnérabilité des agriculteurs. Certains de ces changements se sont déroulés dans un contexte local, et d'autres se sont fait sous l'influence de mutations qui se sont développées en réaction au modèle de développement agricole et économique à l'échelle nationale et plus spécifiquement suite au modèle de développement de l'irrigation développé dans la vallée du fleuve Sénégal.

L'analyse de la trajectoire socio historique montre que l'introduction de la culture irriguée a modifié la structure sociale, spatiale économique et environnementale du système irrigué de Guédé, introduisant un nouveau système de production auquel les populations doivent s'adapter. Les réformes apportées ont déstabilisé l'équilibre que les populations trouvaient dans la combinaison de différentes activités de productions (agriculture, élevage, pêche) et ont modifié l'accès aux ressources.

L'approche socio historico postule que la vulnérabilité est une construction qui se déploie sur le temps long, au fur et à mesure que les sociétés aménagent et modifient un territoire (Antoine, 1992)

Chapitre 5. Avant-propos

Le chapitre 5 analyse la diversité des ménages à travers une typologie des ménages du système irrigué. Il procède à une catégorisation des moyens d'existence des ménages à travers l'analyse des différentes ressources des ménages. Cette catégorisation permet de comprendre comment les ménages combinent plusieurs de leurs moyens d'existence. Elle donne des clés de lecture sur les déterminants de la vulnérabilité des ménages étudiés.

Chapitre 5. Caractérisation de la diversité des ménages : une typologie socio historico économique

Introduction

Le chapitre précédent nous a permis de retracer l'histoire du système irrigué de Guédé par le biais du récit argumenté et critique des populations, des données d'archives et de la littérature. Ce chapitre nous a permis de voir un système réorganisé, restructuré suite aux aménagements, avec des ménages qui ont suivi, vécu, subis et qui se sont adaptés à cette réorganisation.

L'objectif de la thèse étant de comprendre les déterminants dans la construction, l'évolution et la différenciation de la vulnérabilité des ménages, il nous paraît essentiel de comprendre la structure générale actuelle de la population et de mieux capter les facteurs de différenciation de la population observée. Caractériser les ménages intégrés dans des systèmes agricoles est souvent difficile en raison de la complexité de chaque ménage et des caractéristiques qu'il partage avec d'autres ménages (Cutler and Breiman, 1994; Piron et al., 2004; Tittonell et al., 2010a).

Ce chapitre vise à mieux capter la différenciation des ménages du système irrigué que nous étudions. Pour ce faire, nous avons choisi la construction de typologie qui est une action de modélisation permettant de résumer la grande hétérogénéité ménages en quelques types de ménages. Elle permet de réduire la complexité tout en conservant une diversité pertinente (Tittonell et al., 2010b; Bélières et al., 2017; Alvarez et al., 2018). Mobiliser des catégories permet de mettre de l'ordre dans la complexité du réel pour ensuite construire de la signification (Demazière, 2013). L'analyse typologique permet de définir des groupes de ménages les plus homogènes possibles vis-à-vis de leurs caractéristiques (Piron et al., 2004). Les méthodes de construction des typologies diffèrent selon les approches : les typologies structurelles basées sur les moyens de production disponibles sur l'exploitation (Cortez-Arriola et al., 2015; Bélières et al., 2017), les typologies fonctionnelles basées sur l'orientation des activités de production (Tittonell et al., 2005), les typologies à dire d'experts ou les typologies mixtes combinant plusieurs approches. Chaque typologie est différente en fonction de l'unité d'analyse choisie, de l'objectif de recherche et de la structure des variables choisies (Cutler and Breiman, 1994). L'objectif de notre typologie est de catégoriser les ménages en fonction des caractéristiques socio-économiques tout en questionnant les facteurs historiques pour comprendre les déterminants dans la différenciation des ménages. Elle va permettre de comprendre comment les ménages combinent plusieurs de leurs ressources (Bélières et al., 2017; Tapsoba, 2020).

Pour la construction de notre typologie, nous choisissons l'approche structurelle combinée à l'approche fonctionnelle utilisés dans plusieurs analyses de typologies des moyens d'existence des ménages (Bélières et al., 2017; Tapsoba et al., 2018; Tapsoba, 2020). Les données sur les ménages agricoles ont été analysées et des typologies de ménages ont été construites en utilisant séquentiellement deux techniques statistiques multivariées : l'analyse en composantes principales (ACP) combinée à classification ascendante hiérarchique (CAH). Cette méthode séquentielle consiste d'abord à réaliser une analyse en composantes principales pour réduire le grand nombre de variables de classification en quelques facteurs principaux. Puis dans un deuxième temps, ces facteurs sont utilisés comme variables discriminantes pour construire des groupes homogènes (Piron et al., 2004; Blazy et al., 2009; Tapsoba, 2020). Les statistiques multivariées permettent de réduire le nombre de variables et en préservant le maximum de la variabilité totale de l'échantillon (Alvarez et al., 2018).

Dans la première partie de ce chapitre, nous allons présenter la procédure de construction de la typologie. La deuxième partie présente les résultats de la typologie et la troisième partie de ce chapitre analyse la répartition spatiale de ces types dans le système irrigué.

1. Construction de la typologie

1.1. L'analyse en composantes principales (ACP)

L'analyse en composantes principales est une méthode d'analyse multivariée dont l'objectif est de réduire le nombre de variables en les combinant à de nouvelles variables moins nombreuses appelées facteurs ou composantes principales. Ces facteurs ne présentent aucune corrélation entre eux puisqu'ils sont orthogonaux. L'ACP fait donc le bilan des ressemblances entre les variables mais aussi en trouvant des indicateurs synthétiques qui résument de nombreuses variables (Chavez et al., 2010; Alvarez et al., 2018).

1.1.1. Harmonisation de la base de données

La base de données étant constituée de plus d'une centaine de variables, nous avons procédé à un premier travail de nettoyage et de ciblage de nos variables. Les variables ciblées sont celles qui rendent compte au mieux les capitaux qui composent les moyens d'existence des ménages mais aussi les caractéristiques fonctionnelles du ménage. Ainsi nous avons commencé notre analyse avec 46 variables sélectionnées.

1.1.2. Le test de corrélation de Pearson pour sélectionner les variables discriminantes

L'ACP ne peut être appropriée si les variables sont fortement dépendantes ou largement corrélées ou si les observations présentent de valeurs extrêmes (Lattin et al., 2003). Par conséquent, avant l'ACP, nous avons d'abord sélectionné les variables quantitatives parmi les 46 variables initiales. Ensuite, nous avons procédé à des tests de corrélations pour tester l'indépendance des variables et sélectionner celles discriminantes. Nous avons ainsi procédé à l'analyse de la matrice de corrélation de Pearson pour déterminer les variables ayant une forte corrélation. La matrice de corrélation de Pearson indique les valeurs de corrélation, qui mesurent le degré de relation linéaire entre chaque paire de variables. Les valeurs de corrélation peuvent être comprises entre -1 et +1. Plus la valeur absolue du coefficient est importante, plus la relation linéaire entre les variables est forte. Ainsi, pour chaque paire de variables ayant une forte corrélation, une d'entre elle est écartée pour éviter la redondance et augmenter le poids apporté par les autres variables discriminantes (Alvarez et al., 2018). Le choix de la variable à écarter s'est fait en veillant à ce que les variables qui représentent les différents capitaux des moyens d'existence et des stratégies de diversification des sources de revenus soient représentées. Au final 9 variables (Tableau 6) ont été choisies pour discriminer les types.

La variable *taille du ménage* représente le nombre de personnes qui composent le ménage

La *SAU irriguée* correspond à toutes les parcelles disponibles et utilisables par le ménage dans les différents périmètres irrigués.

La *superficie cultivée en irrigué* correspond à la superficie de toutes les parcelles situées dans les périmètres irrigués que le ménage a cultivées sur toute l'année.

La *superficie cultivée en non irriguée* représente ici la superficie de toutes les parcelles cultivées dans les périmètres traditionnels du Walo et des berges.

La variable *nombre d'équipements* comptabilise les équipements qui servent à la production agricole et que possède le ménage. Les équipements les plus déclarés par le ménage correspondent aux charrettes, ânes et chevaux que possède le ménage¹⁷.

Le *cheptel total* correspond ici à l'ensemble du bétail dont dispose le ménage (bœuf, mouton, chèvre...). Les ânes et les chevaux sont comptabilisés dans les équipements.

Le *revenu extra agricole* représente tous les revenus issus de toutes les activités en dehors de l'exploitation agricole. Ici, la variable revenu extra agricole est exprimée en FCFA par actif et par an.

¹⁷ Les autres équipements comme les motopompes ou les tracteurs, le matériel de travail du sol sont gérés par les GIE ou des privés.

La variable *organisation paysanne* représente le nombre d'organisations paysannes dont le ménage fait parti.

La variable *organisation sociale* correspond au nombre de personnes vivant dans le ménage et faisant parti d'une organisation sociale (association, groupement de femmes...).

Tableau 6 : Variables sélectionnées pour la typologie

Groupe de variable	Variable	Unités
Capital humain	Taille du ménage	Personnes
Capital naturel	SAU irrigué (ha)	Hectare
	Surface irriguée cultivée	Hectare
	Surface non irriguée cultivée	Hectare
Capital physique	Équipements	Nombre
Capital financier	Cheptel total	Nombre
	Revenu extra agricole par actif	FCFA
Capital social	Nombre organisation paysanne	Nombre
	Nombre organisation sociale	Nombre

Ces variables choisies (voir la matrice de corrélation annexe 10) sont celles qui ont un coefficient de corrélation faible.

Ensuite dans l'objectif de questionner le rôle de l'histoire dans la construction, l'évolution et la différenciation de la vulnérabilité, nous avons rajouté la variable « période d'installation » comme variable supplémentaire.

La variable période d'installation correspond aux (6) différentes périodes que nous avons caractérisées dans la socio histoire (Chapitre 4). Cette variable a été codée de 1 à 6. La valeur 1 correspond à la période la plus ancienne et la valeur 6 à la période la plus récente. Plus le chiffre est important, plus la période d'installation est récente et vice versa. Les ménages ayant les codes les plus faibles sont les plus anciennement installés et les ménages ayant les codes élevés sont les plus récemment installés.

1.1.3. Description des données et vérification de la normalité des distributions

L'ACP étant sensible aux valeurs extrêmes (Piron et al., 2004), nous avons procédé à la vérification de la normalité des distributions. Après le test de corrélation des variables qui nous a conduit à sélectionner 9 variables, nous avons effectué des statistiques descriptives de sorte à repérer les individus atypiques présentant des valeurs aberrantes ou incohérentes ainsi que les variables avec un fort pourcentage de données manquantes. Les statistiques descriptives nous ont conduit à écarter 6 observations considérées comme atypiques par

rapport à l'ensemble de l'échantillon (206 observations) et 12 observations avec des données manquantes.

Pour pallier aux limites de la simple analyse de la matrice de corrélation, nous avons effectué le test de sphéricité de Barlett qui atteste de l'adéquation de l'ACP. Le test de sphéricité de Barlett teste l'indépendance globale qui vise à détecter dans quelle mesure la matrice de corrélation diverge de la matrice théorique. Autrement dit, il sert à tester l'hypothèse nulle selon laquelle les variables ne sont pas corrélées. Si toutes les paires de corrélations partielles sont nulles cela signifierait que l'ACP est irréalisable.

Son appréciation s'effectue avec la P-value avec un seuil de significativité de 5%. Si la P-value est $<0,005$, on rejette l'hypothèse nulle d'identité de la matrice et si elle est $>0,005$, l'hypothèse nulle n'est pas rejetée.

Nous avons également testé l'indice KMO (Kaiser-Meyer-Olkin) qui est un indicateur qui mesure si l'échantillon est adéquat pour pouvoir réaliser une ACP. Sa valeur comprise entre 0 et 1 doit être supérieure à 0,5 pour valider de l'adéquation de l'ACP (Lattin et al 2005). Les résultats issus du test de KMO (0,55) et du test de Barlett ($P<0,001$) attestent de l'adéquation de notre échantillon pour la réalisation de l'ACP.

1.1.4. Homogénéisation des unités

Pour la construction des facteurs à l'aide de l'ACP, nous avons choisi le critère de la variance minimale nous ayant permis d'obtenir un nombre d'axe factoriels expliquant une variance cumulative totale d'au moins 80% de la variabilité. Ensuite nous avons utilisé la rotation orthogonale varimax. Les facteurs ont été tournés pour charger un plus petit nombre de variables hautement corrélés sur chaque facteur (Bidogenza et al 2009). La rotation varimax permet de faciliter l'interprétation. Les facteurs tournés permettent de rendre l'interprétation plus facile et de maximiser la variance du carré des coordonnées des variables par colonne (Álvarez et al., 2014).

Les variables sont centrées et réduites pour homogénéiser les unités et accorder à chaque variable la même importance. Toutes les variables et tous les individus ont donc le même poids.

1.1.5. Les facteurs retenus pour l'ACP

Au final, l'analyse et la construction de la typologie a porté sur 9 variables et sur 188 ménages ce qui correspond à 91,26% de l'échantillon total. L'analyse des composantes principales (ACP) montre que 21% de la variabilité est expliquée par la première composante et les 6 premières

composantes principales ont des valeurs propres supérieures à 1 et expliquent 82% de la variance totale (Figure 11).

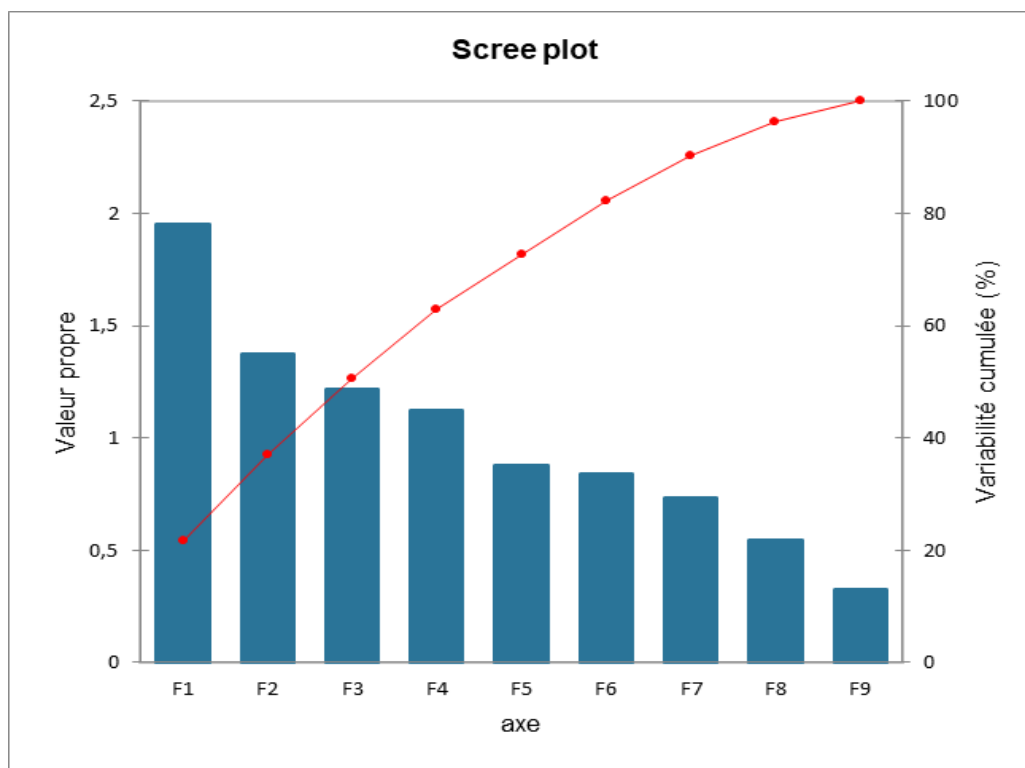


Figure 12 : Pourcentage de la variance par composante après rotation Varimax

Le tableau 7 montre la corrélation entre variables et axes et le tableau 8 montre pour chaque axe, la contribution de chaque variable. Le tableau 9 montre la corrélation entre les axes et la variable supplémentaire période d'installation.

En regardant le tableau de la corrélation entre les variables et les axes nous pouvons définir chaque composante en fonction des variables auxquelles elle est fortement associée.

Tableau 7 : Corrélations entre les variables et les facteurs après rotation Varimax :

	D1	D2	D3	D4	D5	D6
Taille ménage	0,020	0,010	-0,028	0,014	0,969	-0,045
SAU irrigué (ha)	0,888	-0,067	0,116	-0,100	0,028	-0,030
Surface irriguée cultivée	0,765	0,009	-0,149	0,127	0,235	-0,120
Surface non irriguée cultivée	-0,004	0,848	-0,066	-0,242	-0,026	-0,108
Equipements	0,083	0,708	0,207	0,350	0,044	0,113
Cheptel total	-0,023	0,066	0,980	0,021	-0,031	0,054
Nombre organisation paysanne	0,739	0,147	-0,018	-0,060	-0,217	0,142
Nombre organisation sociale	-0,045	-0,019	0,009	0,934	0,014	-0,022
Revenu extra agricole par actif	-0,007	-0,021	0,055	-0,013	-0,049	0,984

Tableau 8 : Contributions des variables (%) après rotation Varimax :

	D1	D2	D3	D4	D5	D6
Taille ménage	0,020	0,009	0,073	0,018	89,576	0,194
SAU irrigué (ha)	40,891	0,360	1,285	0,928	0,072	0,090
Surface irriguée cultivée	30,303	0,006	2,122	1,496	5,269	1,399
Surface non irriguée cultivée	0,001	57,460	0,421	5,417	0,065	1,131
Equipements	0,353	40,017	4,092	11,281	0,185	1,238
Cheptel total	0,028	0,351	91,680	0,040	0,090	0,279
Nombre organisation paysanne	28,295	1,732	0,032	0,336	4,493	1,938
Nombre organisation sociale	0,106	0,030	0,007	80,469	0,020	0,047
Revenu extra agricole par actif	0,003	0,035	0,287	0,014	0,229	93,685

Tableau 9 : Corrélations entre les axes et la variable supplémentaire période d'installation

	D1	D2	D3	D4	D5	D6
Période d'installation-1	0,930	0,346	0,262	-0,508	-0,211	0,110
Période d'installation-2	-0,074	-0,108	0,024	-0,203	0,072	-0,032
Période d'installation-3	-0,172	-0,017	-0,047	0,318	0,148	-0,276
Période d'installation-4	-0,061	0,003	0,008	0,191	-0,142	0,278
Période d'installation-5	-0,458	-0,088	-0,158	0,445	-0,034	0,147
Période d'installation-6	-0,378	-0,063	-0,325	0,061	-0,085	0,160

*Les valeurs en gras correspondent pour chaque variable au facteur pour lequel le pourcentage de contribution est le plus grand

L'axe 1 qui explique 21% de la variance est positivement corrélé avec les variables de la SAU irrigué (40% de contribution à l'axe), la superficie totale cultivée en irrigué (30%) et le nombre d'appartenance à des organisations paysannes (28%). Nous appellerons cet axe l'axe de « l'irrigation ». Les ménages ayant les coordonnées positives les plus élevées sur cet axe possèdent plus de surfaces en irrigué, cultivent plus en irrigué et appartiennent le plus aux organisations paysannes. Et inversement pour les ménages ayant les coordonnées négatives les plus faibles sur cet axe. Cet axe est positivement corrélé à la période d'installation 1 qui correspond à la période d'installation la plus ancienne (Tableau 9).

L'axe 2, explique 13% de la variance et est positivement lié à la superficie cultivée en non irrigué (57%) et aux effectifs d'équipements agricoles (40%). Les ménages ayant les coordonnées positives les plus élevées sont ceux qui cultivent le plus de terres en non irrigué et inversement. Nous appellerons cet axe l'axe du « traditionnel ».

L'axe 3 explique 12 % de la variance et est positivement liée au cheptel (91%). Les individus ayant les coordonnées positives les plus élevées sont ceux qui disposent de beaucoup de bétail et ceux pour qui les coordonnées sont négatives et les plus faibles sur cet axe sont les moins dotés en bétail. Cet axe sera nommé l'axe « du cheptel ».

L'axe 4 explique 11% de la variance et est positivement corrélé au nombre d'organisations sociales auxquelles appartient le ménage (80%). Il est négativement corrélé à l'axe de la superficie cultivée en non irrigué (5%). Les individus ayant des coordonnées positives sur cet axe appartiennent à plus d'organisations sociales et inversement. Nous avons défini cet axe comme l'axe des « organisations sociales ». Cet axe est négativement corrélé aux périodes d'installations anciennes (période 1 et 2) et positivement corrélé aux périodes d'installation 4, 5, 6 qui correspondent aux périodes d'installations les plus récentes (Tableau 9).

L'axe 5 qui explique 11% de la variance est positivement corrélé à la taille de la famille (89%) et négativement corrélé à l'axe des organisations paysannes (4%). Les ménages ayant les coordonnées positives les plus élevées sur cet axe ont plus de membres. Et les individus ayant les coordonnées négatives les plus faibles ont moins de membres de ménages. Nous appellerons cet axe l'axe de « la famille ». Cet axe est négativement corrélé aux périodes d'installations 4, 5, 6 qui sont les plus récentes (Tableau 9).

L'axe 6 explique 11 % de la variance et est positivement lié à la variable revenu extra agricole (93%) qu'on appellera l'axe « des revenus extra agricoles ». Les ménages ayant les coordonnées positives les plus élevées correspondent à ceux qui ont des revenus extra agricoles élevés. Et les ménages ayant des coordonnées négatives faibles sur cet axe sont ceux qui disposent de revenus extra agricoles faibles.

1.2. La classification ascendante hiérarchique

Après la transformation des variables au moyen de l'ACP, les composantes retenues ont été utilisées dans l'analyse des clusters en procédant par une classification ascendante hiérarchique (CAH). La CAH est une méthode de regroupement itérative qui permet de

regrouper des classes homogènes. Elle consiste à séparer tous les individus deux à deux pour repérer les plus proches, les grouper et les remplacer par un individu fictif. La procédure se poursuit par itérations successives jusqu'à un critère d'arrêt indiquant qu'il y a plus de gain à faire un nouveau groupement (Coda Moscarola et al., 2020). Pour le regroupement, nous avons utilisé la procédure hiérarchique de Ward. La méthode de Ward permet d'agréger les individus qui font le moins varier l'inertie inter classe pour obtenir un nombre optimal de grappes (Lebart, 2006; González, 2008). Elle minimise la variance au sein des clusters de tailles relativement égales (Köbrich et al., 2003).

Le graphique suivant (Figure 13) est un dendrogramme permet de visualiser le regroupement progressif des objets. Un dendrogramme est une représentation graphique de la hiérarchie des solutions de clusters imbriqués (Bidogeza et al., 2009). Il permet de se faire une idée d'un nombre adéquat de classes dans lesquelles les données peuvent être regroupées.

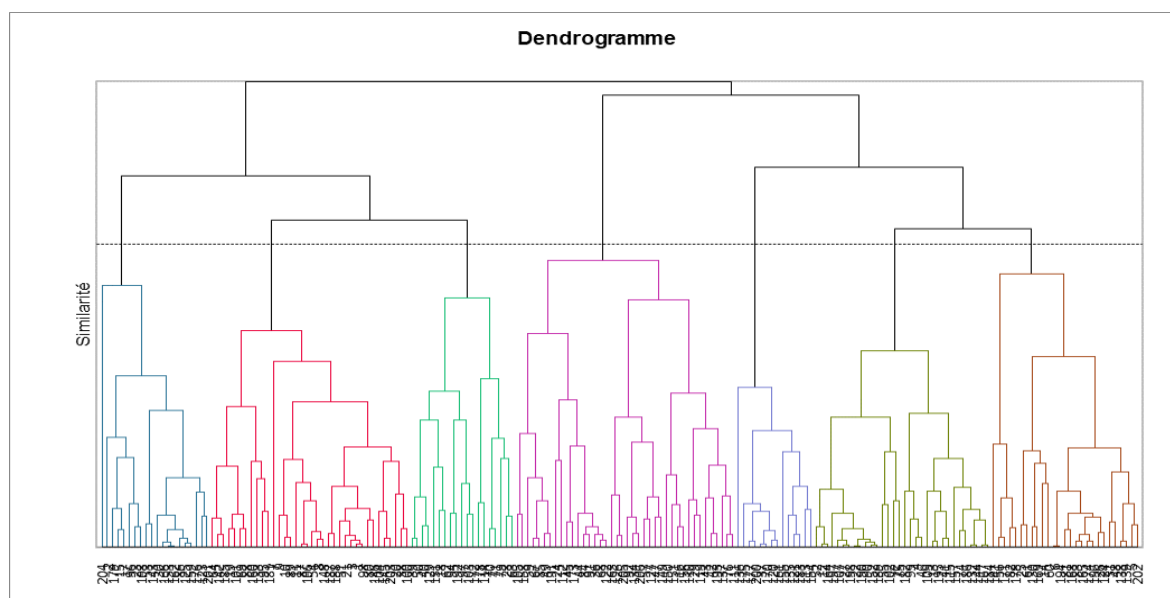


Figure 13 : Dendrogramme de partition des ménages en sous-groupes

Le nombre de grappes (clusters) a été défini à l'aide de la forme et en particulier de la diminution de l'indice de dissemblance (hauteur) en fonction de l'augmentation du nombre de grappes. La structure du dendrogramme suggère une division en 7 clusters. 7 grappes ont été définies comme appropriées car elles semblent être plus représentatives des ménages agricoles du système irrigué de Guédé.

2. Résultats de la typologie : types de ménages retenus

La CAH nous a permis de déterminer 7 types de ménages. La dénomination de chaque type s'est faite en fonction de sa (ses) différenciation principale par rapport aux autres. Cette différenciation s'apprécie par rapport au profil du type sur les différents axes (Figure 14, figure figure 15, figure 16, figure 17, figure 18, figure 19, figure 20).

Dénomination des types selon les axes

✚ Le type 1 - « Les exploitants récemment installés et engagés dans les organisations sociales »

Ce type représente 19,15% de l'échantillon et est positivement marqué sur l'axe 4 des « organisations sociales. » et positivement corrélé à l'axe des périodes d'installations les plus anciennes.

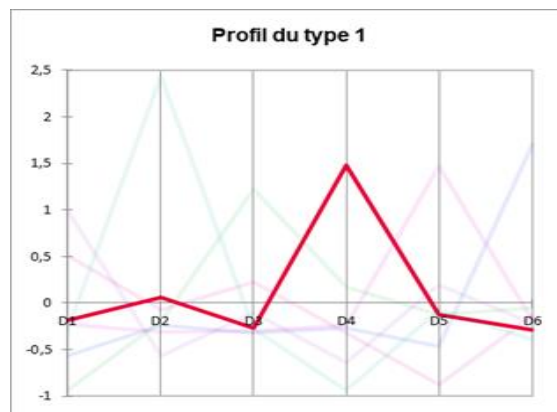


Figure 14 : Profil du type 1 sur les axes

✚ Le type 2 - « Les ménages extra agricoles »

Avec 10,64% de l'échantillon, ce type est marqué positivement sur l'axe 6 des revenus extra agricoles.

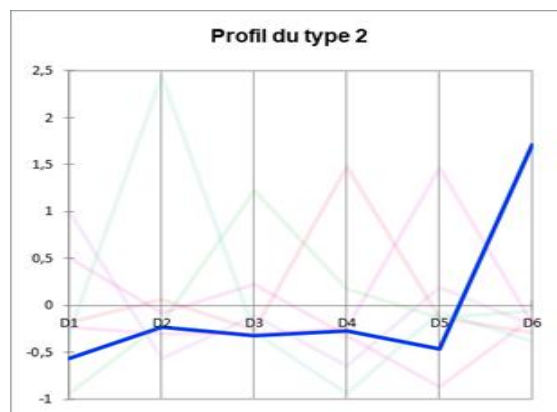


Figure 15 : profil du type 2 sur les axes

✚ **Le type 3 - « Les exploitants avec grande famille »**

Avec 17% de l'échantillon, le type 3 est marqué positivement sur l'axe 5 de la « taille du ménage ».

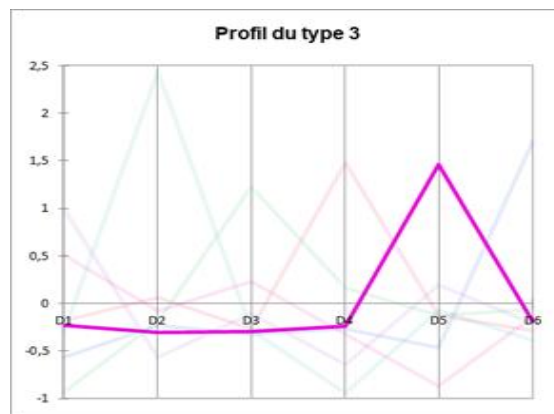


Figure 16 : Profil du type 3 sur les axes

✚ **Le type 4- « Les grands exploitants irrigants anciennement installés »**

Ce type représente 14,36% de l'échantillon et est positivement marqué sur l'axe 1 de « l'irrigué » et négativement sur l'axe 2 du « traditionnel » et sur l'axe 4 des « organisations sociales ». Il est positivement corrélé à l'axe des périodes d'installations les plus récentes.

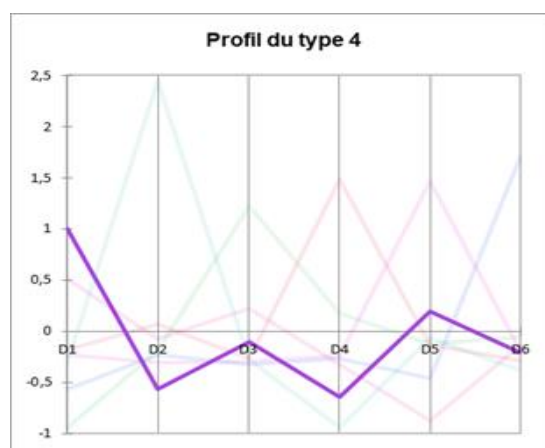


Figure 17 : Profil du type 4 sur les axes

✚ **Le type 5 – « les agropasteurs avec petites familles »**

Le type 5 représente 21,8% de l'échantillon et est marqué négativement sur l'axe 5 de la « famille » et positivement sur l'axe 1 de « l'irrigué ».

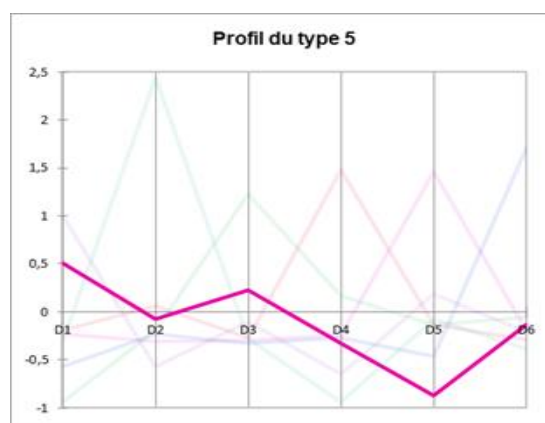


Figure 18 : profil du type 5 sur les axes

✚ **Le type 6 - « Les éleveurs »**

Avec 10,11% de l'échantillon, ce type est marqué négativement sur l'axe 1 de « l'irriguée » et positivement sur l'axe 3 du « cheptel ».

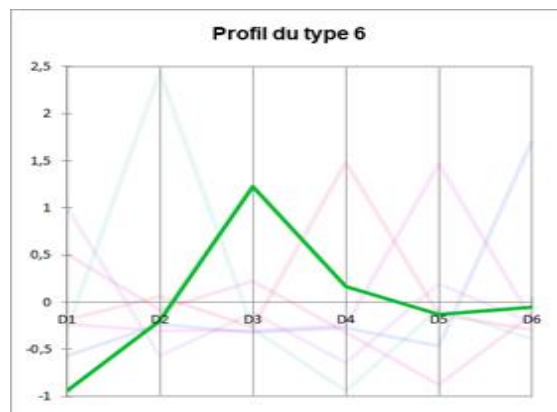


Figure 19 : Profil du type 6 sur les axes

✚ Le type 7- « Les exploitants traditionnels »

Ce type représente 7,45% de l'échantillon. Il est marqué positivement sur l'axe 2 du « traditionnel » et négativement sur l'axe 4 des « organisations sociales »

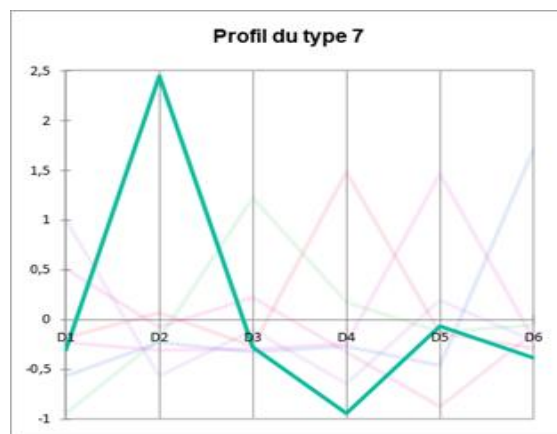


Figure 20 : Profil du type 7 sur les axes

2.1. Caractérisation des types de ménages

Pour préciser les différents types, nous avons analysé les moyennes et les coefficients de variations des principales variables utilisées pour la typologie (Tableau 10). L'analyse des coefficients de variation nous permet de regarder la dispersion autour de la moyenne pour apprécier de l'homogénéité ou de l'hétérogénéité des valeurs à l'intérieur de chaque type (Tapsoba et al., 2018). Nous avons également testé la significativité des différents groupes de ménages en utilisant l'analyse de variance (ANOVA) (Tableau 10).

Chapitre 5. Caractérisation de la diversité des ménages : une typologie socio historico économique

Tableau 10 : Moyennes et coefficients de variations des variables actives retenues par type pour décrire les types de ménages

Types	Type 1	Type 2	Type 3	Type 4	Type 5	Type 6	Type 7	X échantillon	Pr > F(Modèle) ANOVA	Significatif
Effectif par type	36,00	20,00	32,00	27,00	40,00	19,00	14,00			
Pourcentage par type	19,15%	10,64%	17%	14,36%	21,8%	10,11%	7,45%			
Taille du ménage	9,75	8,90	16,03	10,81	7,10	9,47	10,36	10,23	<0,0001***	Oui
CV	(0,29)	(0,29)	(0,21)	(0,22)	(0,19)	(0,30)	(0,33)	(0,38)		
SAU irrigué	0,47	0,27	0,51	1,54	0,96	0,19	0,51	0,69	<0,0001***	Oui
CV	(0,77)	(0,85)	(0,69)	(0,70)	(0,77)	(1,44)	(0,75)	(1,06)		
Surface irrigué cultivée	0,88	0,43	0,87	1,25	0,82	0,26	0,57	0,78	<0,0001***	Oui
CV	(0,55)	(1,04)	(0,61)	(0,55)	(0,73)	(0,89)	(0,72)	(0,76)		
Surface non irriguée cultivée	0,07	0,00	0,01	0,01	0,06	0,00	1,78	0,16	<0,0001***	Oui
CV	(3,22)	(2,38)	(4,26)	(2,78)	(2,78)	(0,00)	(0,68)	(3,59)		
Equipements	1,78	0,90	0,72	0,30	1,30	1,37	2,43	1,20	0,000*	Oui
CV	(1,19)	(1,61)	(1,40)	(2,02)	(1,12)	(1,14)	(0,67)	(1,33)		
Cheptel	6,61	6,65	3,88	6,33	13,00	30,11	9,36	10,05	<0,0001***	Oui
CV	(0,92)	(1,29)	(1,56)	(0,90)	(1,90)	(0,76)	(1,21)	(1,65)		
Organisation paysanne	0,83	0,90	0,81	1,56	1,25	0,58	1,14	1,03	<0,0001***	Oui
CV	(0,53)	(0,69)	(0,48)	(0,35)	(0,38)	(0,85)	(0,45)	(0,55)		
Organisation sociale	2,06	0,35	0,44	0,04	0,20	0,84	0,07	0,64	<0,0001***	Oui
CV	(0,46)	(1,87)	(1,51)	(5,10)	(2,29)	(1,11)	(3,61)	(1,52)		
Revenu extra agricole	54306	408141	46383	70685	73227	107541	41500	101404	<0,0001***	Oui
CV	(1,27)	(0,86)	(1,47)	(1,61)	(1,05)	(1,15)	(1,52)	(1,75)		

*Les chiffres entre parenthèse représentent les coefficients de variations.

L'ANOVA montre que les différences de revenu net par agriculteur entre les cinq sous-groupes sont significatives au seuil de 5 % ($P < 0,05$).

Signification : * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$.

*Les valeurs en gras correspondent aux valeurs les plus élevées

Nous avons également regardé la répartition des périodes d'installations dans les différents types de ménages (Figure 21).

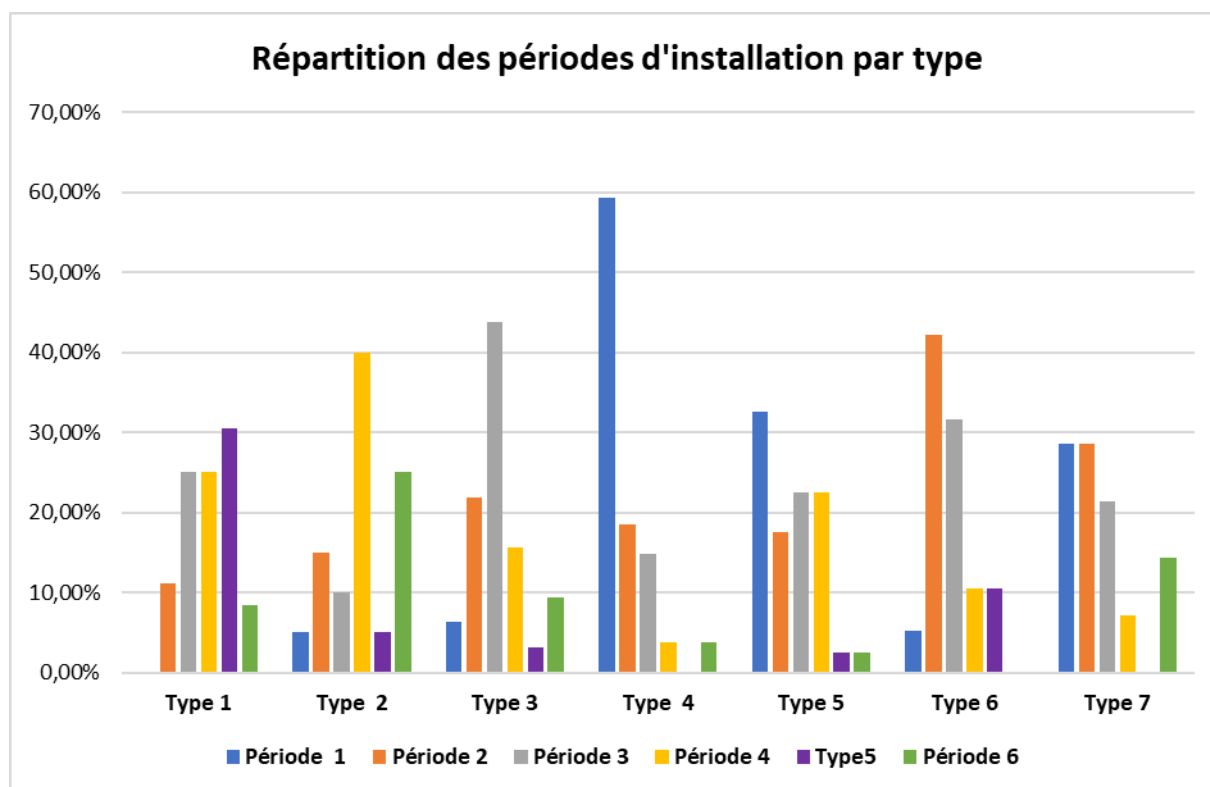


Figure 21 : Répartition des périodes d'installations par type. Test de Khi2, P=0,000

La caractérisation des types que nous allons présenter est illustrée d'abord par les 9 variables utilisées lors de la typologie et présenté dans le tableau 10 et par la variable supplémentaire « période d'installation » représentée sur la figure 21.

Ensuite, cette typologie est enrichie et illustrée par d'autres variables supplémentaires pour compléter et expliquer les écarts observés (Piron et al., 2004). Elles ont été mobilisées pour mieux comprendre d'autres caractéristiques et stratégies des ménages qui peuvent expliquer les différences entre les types. Ces variables supplémentaires correspondent aux 46 variables initiales que nous avons explorées avant de définir les variables de la typologie. Ces variables ont été testé statistiquement pour vérifier leur significativité dans les différents groupes. Les variables supplémentaires présentées ici sont celles qui se sont révélées significatives (Annexe 12).

En analysant les 9 variables utilisées pour la typologie, et les variables supplémentaires significatives, les sept types et sous types associés se caractérisent comme suit :

2.1.1. Le type 1 - « Les ménages récemment installés et engagés dans les organisations sociales »

Ce type se distingue du fait de son installation récente dans le système irrigué. C'est le seul type ou aucune installation sur la période 1 (avant 1960) n'est enregistrée. Chez les ménages de ce type, l'installation commence à la période 3 (de 1960 à 1970) avec 63% des ménages installés entre la période 3 (1970 à 1980), la période 4 (1980 à 1990) et la période 6 (depuis 1990). Il se distingue également du fait de son engagement dans les organisations sociales. Avec en moyenne 2 appartenances à une organisation sociale avec un faible coefficient de variation (0,4) qui atteste de la dispersion des ménages. Ce type est très orienté dans l'agriculture irriguée et cultive en moyenne 0,8ha.

En regardant les variables supplémentaires, le type 1 des ménages récemment installés et engagés dans les organisations sociales a le chef de ménage le plus jeune. Même si ce n'est pas le plus doté en terres, il oriente ses stratégies agricoles vers le maraichage où il cultive le plus de superficies (0,5ha). Pour cela, il pratique plus du faire valoir indirect (location et/ou métayage) d'où sa superficie cultivée en FVI la plus importante (0,5ha) Dans ses stratégies agricoles, il est (avec le type 4) celui qui cultive le plus de parcelles en irrigué avec en moyenne 3,2 parcelles cultivées sur l'année.

2.1.2. Le type 2 - « Les ménages à fort revenu extra agricole »

Ce type se distingue par ses revenus extra agricoles par actif les plus importants (408141 FCFA), avec un coefficient de variation faible (0,25). Il est également marqué par une installation récente avec 70% installés entre la période 4 et 6. Il est peu doté en terres irrigués (0,27ha) et oriente peu ses stratégies dans l'agriculture ou il cultive en moyenne que 0,4ha.

Ce type compte peu de membres du ménage (7 en moyenne) et ses stratégies sont principalement orientées sur les activités extra agricoles où 100% de ses membres ont des revenus extra agricoles qui proviennent soit du commerce, du salariat agricole, de la pêche, de la transformation et des professions fixes (enseignement, administration).

L'analyse des variables supplémentaires montre que ce type 2 des ménages à fort revenu extra agricole est celui (avec le type 6) qui exploite le moins de superficies de riz en contre saison chaude (0,1ha) comme en saison hivernale (0,1ha). Sa stratégie est majoritairement sur l'extra agricole ou il tire 59% de son revenu global annuel.

2.1.3. Le type 3 - « Les exploitants avec grandes familles »

Ce type se distingue par la taille du ménage la plus importante (16 personnes). Disposant de peu de terres irriguées (0,5), ce type se caractérise également par la taille de son cheptel la plus faible (3,8). Son revenu extra agricole (46384 FCFA) se trouve largement en dessous de la moyenne de l'échantillon total (101.404 FCFA). Dans l'analyse des variables supplémentaire, nous pouvons observer que le type 3 dispose de plus actifs.

2.1.4. Le type 4- « Les grands exploitants anciennement installés »

Ce type se caractérise par les dotations en terres irriguées les plus importantes (1,54 ha) avec un coefficient de variation faible (0,3) et cultive le plus de terres en irrigué (1,25 ha). Les ménages de ce type appartiennent le plus à des organisations paysannes (1,56).

Il se distingue également par son installation la plus ancienne. 77% des ménages se sont installés entre les deux périodes les plus anciennes avec 59% installés à la période 1 (avant 1930).

2.1.5. Le type 5 – « les agropasteurs avec une petites familles »

Ce type se caractérise par la taille du ménage la plus faible (7 personnes), et ses dotations en terres irrigués relativement importante (0,96ha). Il se caractérise également par son installation ancienne avec 48% des ménages installés entre la période 1 et la période 2. Il est également doté en cheptel (13 têtes) et engagé dans les organisations paysannes (1, 25).

2.1.6. Le type 6 - « Les éleveurs »

Ce type se distingue par sa superficie en irriguée la plus faible et les dotations en cheptel les plus importantes (39 têtes). Il est le moins doté en SAU irrigué (0,19 ha) et celui qui cultive le moins en irrigué (0,26 ha). Il bénéficie aussi d'importants revenus extra agricoles (107541 FCFA). Aucun ménage de ce type ne cultive dans les espaces traditionnels du Walo ou des berges.

L'analyse des variables supplémentaires montre que le type 6 des éleveurs, mieux doté en cheptel est celui qui oriente le moins sa stratégie dans l'agriculture ou il cultive le moins de riz (0,1 ha) et de maraîchage (0, 1ha). Ses activités sont essentiellement dans l'élevage.

2.1.7. Le type 7- « Les exploitants traditionnels »

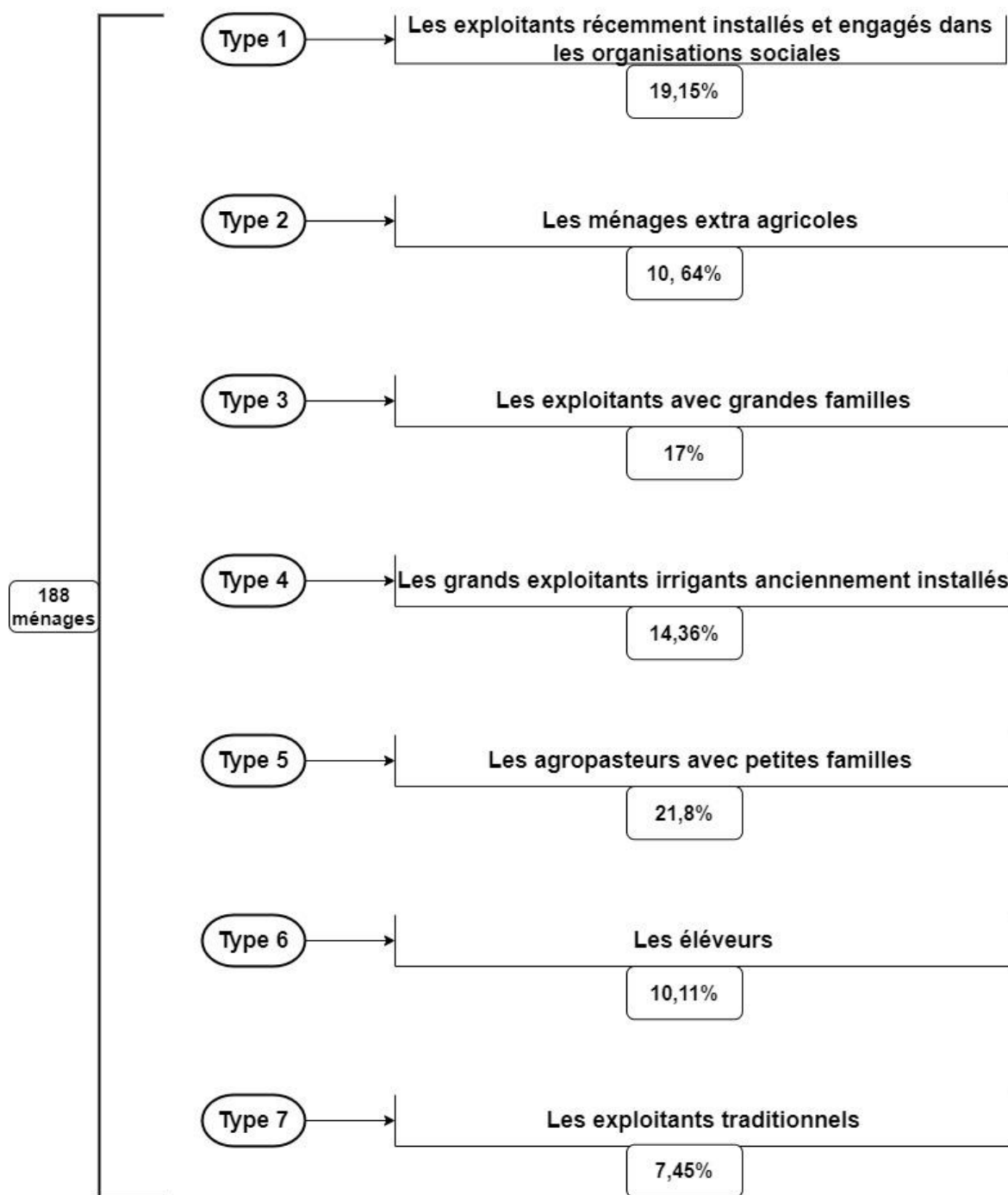
Ce type se démarque très fortement par superficie cultivée dans les zones traditionnelles (Walo et berges) la plus importante (1,7ha) avec un coefficient de variation de 0,6. Ce type est

également le plus doté en équipements agricoles (1,7) et le moins engagé dans les organisations sociales (0,07). Le revenu extra agricole par actif est le plus faible (41500 FCFA). Plus de la moitié des ménages de ce type sont installés entre la période 1 (avant 1930) et la période 2 (entre 1930 et 1960). Ce type regroupe les exploitants proches du système traditionnel initial associant cultures de décrues dans le Walo et élevage, et cultivant également dans les parcelles irriguées aménagées.

Les autres variables analysées montrent que le type 7 des exploitants traditionnels qui cultivent le plus dans les espaces traditionnels du Walo et des berges a le chef de ménage le plus âgé (55,5ans). Il dispose de la surface par actif la plus importante. La part du revenu extra agricole sur le revenu global du ménage est la plus faible (15%).

Notre typologie est récapitulée dans la figure 22. La typologie de ménages du système irrigué montre une forte hétérogénéité entre les différents ménages du système irrigué de Guédé.

Typologie des ménages agricoles du système irrigué de Guédé



Sila 2021

Figure 22 : Récapitulatif des types de ménages du système irrigué de Guédé

3. Une répartition spatiale des types à l'intérieur des villages

Cette différenciation que nous révèle la typologie nous a conduit à examiner s'il existe une différenciation entre les villages. La figure 23 permet de voir la répartition des différents types et leur sous types entre les villages.

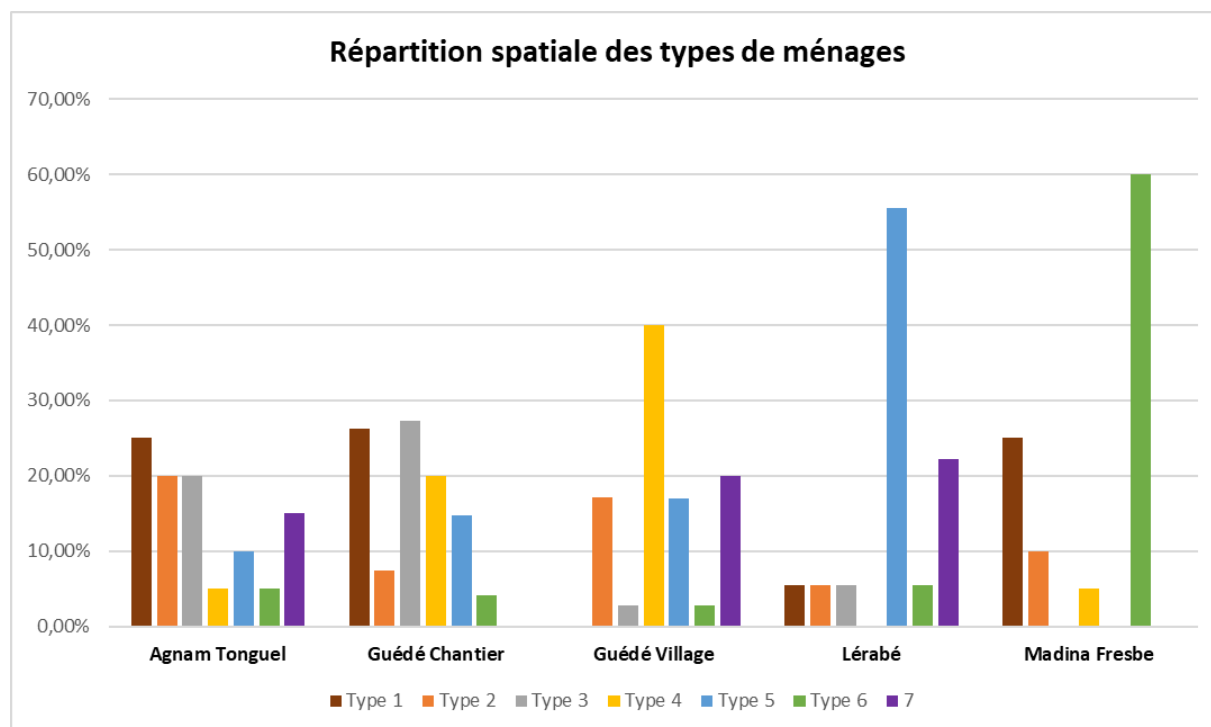


Figure 23 : Répartition des types par village. Test de Khi 2. $P > 0,0001$

L'analyse de la répartition des types montre une hétérogénéité entre les villages.

Le type 1 récemment installé se retrouve dans tous les villages sauf à Guédé Village, ceci est cohérent avec l'analyse socio historique qui montre que Guédé Village est le village le plus ancien du système irrigué. La socio histoire montre également des vagues de migrations progressives avec d'importantes installations à Guédé Chantier.

Le type 2 des ménages extra agricoles est plus réparti à Agnam Tonguel, Guédé Village et Madina Fresbé.

Le type 3 composé dont la taille du ménage est la plus importante est constitué en majorité des villages de Guédé Chantier et de Agnam Tonguel.

Le type 4 anciennement installé et plus doté en terres reste plus marqué à Guédé Village, et à Guédé Chantier ceci est également cohérent avec la socio histoire qui montre que les premières familles colons se sont installés dans le village de Guédé Chantier et que Guédé Village est le village le plus ancien, donc ceux qui étaient là depuis les premières attributions des terres.

Madina Fresbé, village, situé sur la partie du diéri, c'est-à-dire la partie la plus loin du lit du fleuve est un village constitué majoritairement d'éleveurs d'où le fait qu'il est majoritaire dans le type 5, le type des éleveurs.

Le type 7, des ménages qui exploitent dans les espaces traditionnels du Walo et des berges concerne uniquement les villages de Guédé Village et Agnam Tonguel et Lérabé connus pour leur ancienneté dans le système irrigué. Ceci est cohérent avec l'histoire car Lérabé est le village qui s'était le plus opposé aux aménagements notamment lors de la période coloniale, ce qui explique son accès très limité aux périmètres irrigués notamment la cuvette de Guédé Chantier. Ceci explique qu'il se diversifie dans le Walo.

La répartition géographique des types témoigne d'une hétérogénéité qui s'explique par les éléments liés à la socio histoire du système irrigué. Les types sont répartis géographiquement en fonction des périodes d'installations ce qui détermine les accès aux ressources et aux activités.

Conclusion

L'objectif de ce chapitre était de résumer la diversité des ménages du système irrigué de Guédé en fonction de leurs dotations en facteurs de productions, de leurs revenus, et de leur période d'installation. L'idée était de capter les facteurs de différenciation de la population observée à travers une typologie statistique combinant une approche structurelle et fonctionnelle.

La typologie a permis d'identifier 7 types de ménages qui révèlent une hétérogénéité des ménages. Cette hétérogénéité est fonction des caractéristiques structurelles et fonctionnelles des ménages mais aussi de leur période et lieu d'installation.

Pour mieux comprendre les stratégies des ménages, nous avons questionné d'autres variables supplémentaires en procédant à des tests de significativité statistiques. Cette analyse montre que les différents types ont des stratégies qui sont fonction des ressources qu'ils disposent.

L'analyse globale nous montre que les différents types identifiés ont tous accès à l'irrigation, et sont tous engagés dans des stratégies de diversification (agricoles ou non agricoles) différentes qui peuvent s'apprécier à travers la diversité des activités et des sources de revenus.

Le choix du type de stratégie est déterminé par les opportunités ou les contraintes dans l'accès aux ressources. Ces contraintes et opportunités sont fortement façonnées par l'histoire (période d'installation) et inégalement réparties dans l'espace (villages).

Ce travail illustre le lien qui existe entre l'histoire, la géographie, l'accès aux ressources, les activités des moyens d'existence. Les résultats de ce chapitre montrent que les ressources et les revenus des ménages, sont façonnés par la période et le lieu d'installation.

Les résultats de ce travail montrent une différenciation dans les accès aux ressources et activités qui sont des marques de différences de vulnérabilités.

A travers les résultats de ce chapitre, nous considérons que le processus historique de la mise en place des infrastructures hydro-agricoles à Guédé définit fortement les conditions d'accès des ressources (terre, eau...) par les ménages. Les dotations différenciées conditionnent les opportunités et les contraintes distinctes des moyens d'existence entre ménages agricoles.

Nous formulons l'hypothèse que cette différenciation dans l'accès aux ressources, aux activités et aux revenus peut expliquer des expositions et des sensibilités différentielles aux différents facteurs de stress auxquels un ménage peut être confronté. Cette hypothèse va être testée dans le chapitre suivant qui va aborder les différents facteurs de stress auxquels les ménage sont confrontés.

Chapitre 6. Avant-propos

Le chapitre 6 interroge les facteurs de stress auxquels les ménages sont confrontés. Dans notre analyse de la vulnérabilité, l'exposition et la sensibilité sont caractérisées en considérant les facteurs de stress déclarés par les ménages. L'idée d'analyser les facteurs de stress est de mettre en évidence que la vulnérabilité des ménages est causée par une diversité de facteurs biophysiques, socio-économiques, culturels et politiques. D'abord, les facteurs auxquels les ménages déclarent être confrontés sont caractérisés, et les interactions entre différents stress sont analysés. Ensuite le processus par lequel, l'histoire, les dotations en ressources, les activités, et la géographie peuvent jouer dans la régulation ou la réparation des facteurs des stress au sein des ménages du système irrigué de Guédé est questionné.

En interrogeant ces différents facteurs de stress, ce chapitre permet de comprendre comment les différents facteurs de stress peuvent entraver les choix des moyens d'existence des ménages et leur capacité d'adaptation. Il permet aussi de comprendre comment la réponse à un type de stress exacerbe la vulnérabilité des ménages et de leurs moyens d'existences à d'autres types de stress.

Chapitre 6 : Facteurs de stress perçus et vulnérabilité des différents groupes à de multiples facteurs de stress

Introduction

Le chapitre précédent sur la typologie nous a permis de voir la diversité qui caractérise les ménages du système irrigué. Cette diversité s'apprécie à travers les ressources et les activités que les ménages pratiquent constituant leurs stratégies pour éviter ou faire face à la vulnérabilité. Dans de nombreuses analyses et évaluations de la vulnérabilité, le point de départ réside dans la question « vulnérable à quoi ? », question qui suppose une analyse dont l'objectif est d'identifier les effets spécifiques d'un facteur de stress singulier ou primaire. Également beaucoup de travaux sur la vulnérabilité des ménages sont concentrés sur l'impact de variables climatiques, cependant ce focus masque la vulnérabilité à d'autres facteurs de stress importants (O'Brien et al., 2009a). Comme le soulignent (Leichenko and O'Brien, 2008), il existe plusieurs facteurs de stress qui affectent simultanément les individus, les communautés, les groupes et les secteurs et interagissent pour produire des résultats à la fois positifs et négatifs. En ce sens, la vulnérabilité peut être le résultat de facteurs de stress multiples, ou les facteurs de stress multiples peuvent avoir un impact sur le contexte dans lequel la vulnérabilité est vécue (O'Brien *et al.*, 2007).

En Afrique subsaharienne, des travaux récents montrent que la vulnérabilité des ménages est causée par une diversité de facteurs biophysiques, socio-économiques, culturels et politiques (Rurinda et al., 2014) et les schémas de vulnérabilité varient entre les ménages même au sein d'une même communauté. L'analyse de la littérature nous a montré que la vulnérabilité est conceptualisée en fonction de la sensibilité, de l'exposition et de la capacité d'adaptation (Turner, et al.2003). Dans mon analyse, j'ai caractérisé l'exposition et la sensibilité en considérant les différents stress soulevés par les enquêtés. Pour analyser de manière systémique la vulnérabilité, il semble important de comprendre comment de multiples facteurs de stress peuvent entraver les choix des moyens d'existence des ménages et saper leur capacité d'adaptation à faire face aux effets néfastes d'un choc (Reid and Vogel, 2006a).

En dehors des contraintes dans l'accès aux ressources et les contraintes liées à la pauvreté, l'objectif de ce chapitre est d'interroger d'autres facteurs de stress existants et qui contribuent à la vulnérabilité des ménages du système irrigué de Guédé, car être doté en ressources ne signifie pas nécessairement qu'on est moins vulnérable (O'Brien *et al.*, 2007).

Pour ce faire, nous analysons les facteurs de stress tels que déclarés par les ménages, et nous essayons de comprendre les interactions entre facteurs de stress et comment la réponse à un type de stress exacerbe la vulnérabilité des ménages et de leurs moyens d'existences à d'autres

types de stress. Mais comme le soulignent Räsänen et al., (2016), il n'existe pas une méthode claire permettant de déterminer la manière dont les facteurs de stress interagissent et s'entremêlent. Ceci rend difficile l'évaluation de l'importance des différents facteurs de stress. Ainsi pour l'analyser nous suivons une approche similaire à celle adoptée par Mubaya et al. (2012). Nous mobilisons ici le jugement des personnes interrogées que nous interprétons en nous appuyant sur les résultats issus de l'analyse des entretiens et des enquêtes.

Dans la première partie de ce chapitre je vais procéder à l'analyse des facteurs de stress principaux auxquels les ménages sont exposés et questionner leurs interactions. Ensuite, la mesure dans laquelle, l'histoire, les dotations en ressources, les activités, le niveau de revenu, et la géographie peuvent jouer dans la régulation des facteurs des stress au sein des ménages du système irrigué de Guédé sera questionnée.

Nous visons dans ce chapitre à comprendre les différents facteurs sous-jacents qui construisent la vulnérabilité et produisent des effets différentiels selon les ménages.

1. Caractérisation des facteurs de stress et interprétation de leurs interactions

L'analyse des livelihoods intègre les représentations des situations de vulnérabilité par les groupes sociaux eux même (Chambers, 1995). Pour cela, les facteurs de stress que nous analysons sont ceux déclarés et argumentés par les ménages lors des entretiens et des enquêtes de terrain.

D'abord, dans notre objectif d'analyser la vulnérabilité de manière diachronique, nous avons demandé aux ménages au cours des années passées quels sont les stress qu'ils ont connus et qui ont été parmi les plus marquants dans la vie du ménage. La question liée au stress était posée sans donner de limitation sur le temps, ce qui faisait intervenir la mémoire du répondant et lui donnait la liberté d'exprimer les stress qu'il considérait comme les plus marquants. De ce fait, dans nos entretiens, le stress le plus lointain et évoqué date de 1974, période de la grande crise de sécheresse. Mais, l'éventail des facteurs qui façonnent la vulnérabilité est assez large et il est difficile de l'étudier de façon exhaustive (Segnon et al., 2020). Nous avons fait le choix d'analyser dans ce chapitre les stress en nous limitant aux dix dernières années.

1.1. Les facteurs de stress évoqués

Sur la base des déclarations des ménages, nous avons identifié que les facteurs de stress auxquels les ménages étaient exposés étaient de nature à la fois biophysiques et sociaux.

La figure 24 présente la répartition des facteurs de stress déclarés par les ménages au cours des dix dernières années. Les ménages enquêtés ont identifié 12 facteurs de stress, auxquels ils ont été exposés et 95% des ménages ont au moins déclaré un facteur de stress au cours des 10 dernières années.

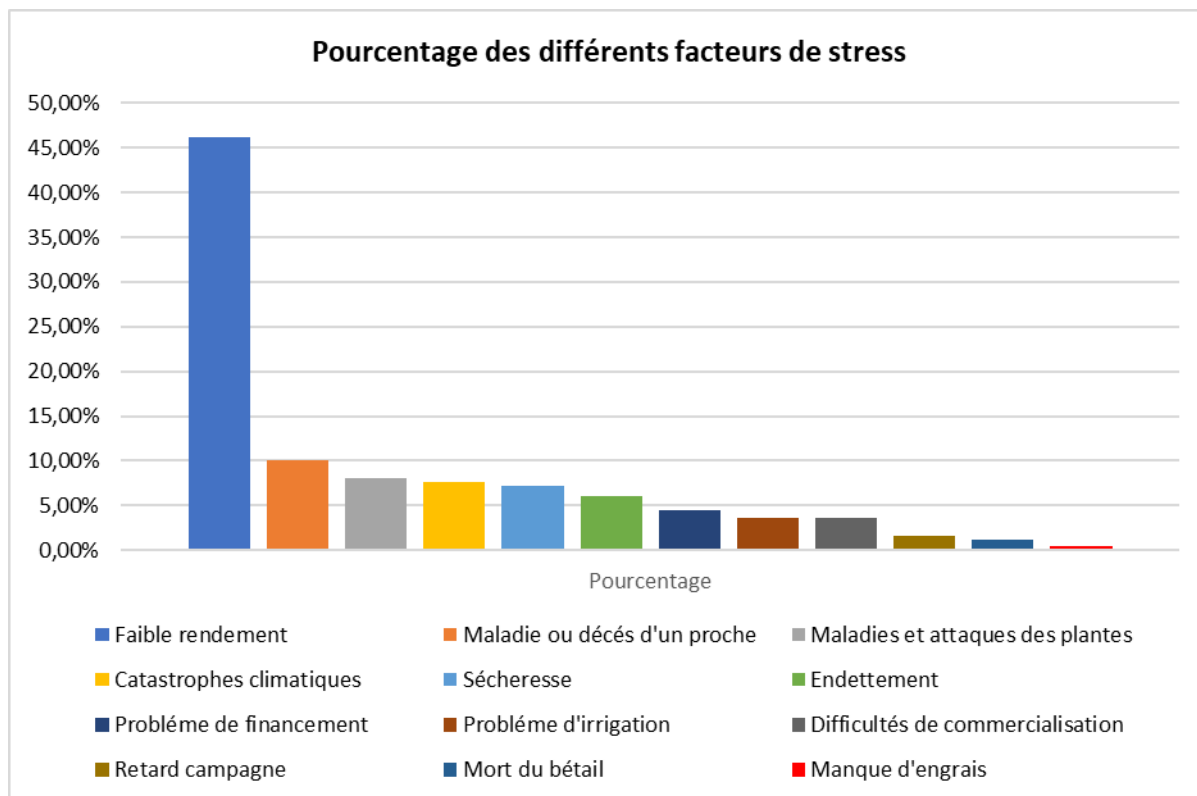


Figure 24 : Différents facteurs des stress évoqués par les ménages

La faiblesse des rendements est de loin le facteur de stress le plus rapporté par les ménages et correspond à 46% des stress déclarés. D'autres facteurs de stress comme la maladie ou décès d'un proche les maladies et/ou attaques des plantes par des ravageurs, les catastrophes climatiques comme les inondations la sécheresse, l'endettement le problème de financement sont parmi les autres stress les plus déclarés.

La répartition des stress au cours des années n'est pas homogène (Figure 25). Ceci s'explique aussi par le fait que plus on remonte dans le temps, moins les gens se remémorent les événements, ce qui explique un nombre de stress déclarés plus important sur les 4 dernières années.

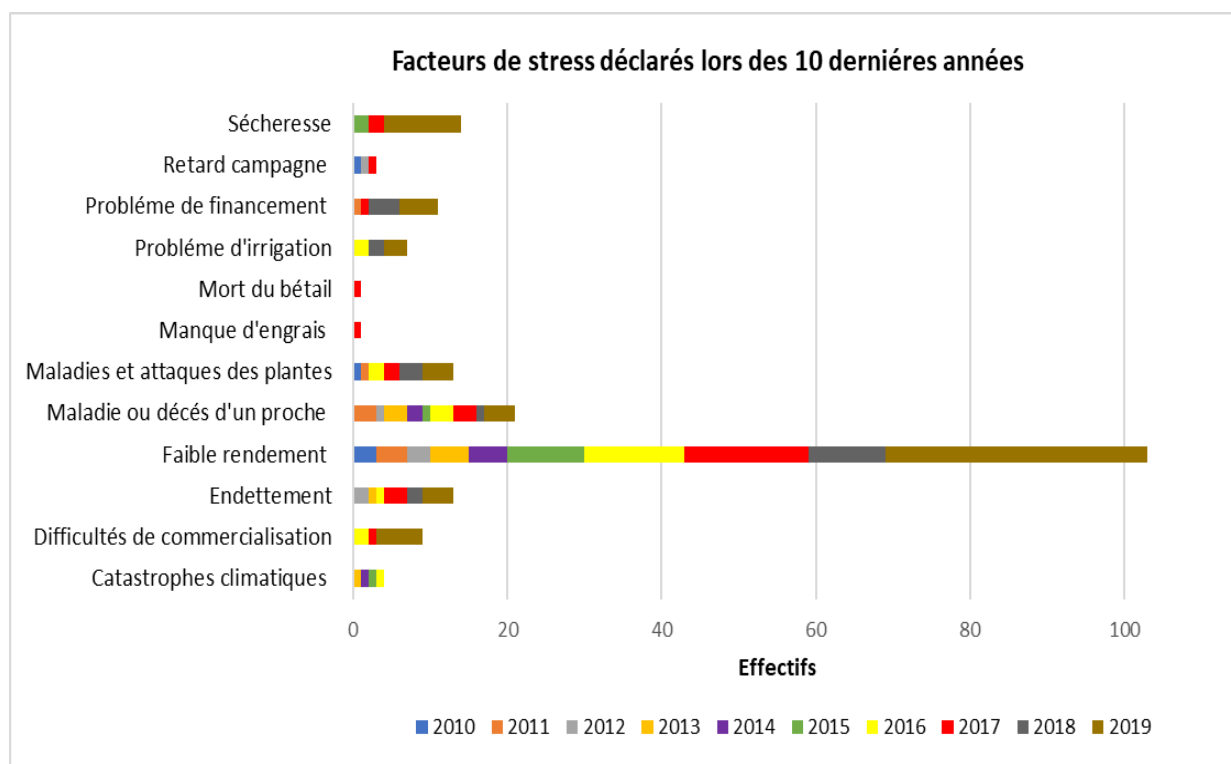


Figure 25 : Répartition des facteurs de stress déclarés lors des 10 dernières années

La faiblesse des rendements constitue le facteur de stress le plus constamment évoqué au fil des années.

En 2009, le seul stress déclaré est la faiblesse des rendements. L'année 2010 est notamment marquée par la faiblesse des rendements mais aussi par les maladies et attaques des plantes et le retard dans la campagne agricole. Le stress lié à l'endettement est plus déclaré en 2012.

Les catastrophes climatiques liées aux inondations ont été successivement évoqués en 2013, 2014, 2015 et 2016. La sécheresse a été évoquée en 2015, 2017 et 2019.

La maladie ou décès d'un proche est très évoqué au fil des années. Evoquées en 2016 et 2017, les difficultés de commercialisation ont été relativement marquées en 2019. Le problème d'irrigation est évoqué en 2016, 2018, et 2019.

1.2. Catégories des facteurs de stress

La caractérisation des facteurs de stress montre une diversité de stress. Pour simplifier l'analyse par la suite nous avons fait le choix de regrouper les stress en différents groupes (Tableau 11). Cette classification repose sur la nature du stress, ou l'origine du stress. Ceci nous a conduit à identifier 4 types de facteurs de stress déclarés :

Tableau 11 : Catégories de stress

Catégories de stress	Composante
Agro environnementaux	<ul style="list-style-type: none"> • Faiblesse des rendements • Maladies et attaques des plantes
Economiques	<ul style="list-style-type: none"> • Endettement • Problème de financement • Difficultés de commercialisation
Sociaux	<ul style="list-style-type: none"> • Maladies ou décès d'un proche
Climatiques	<ul style="list-style-type: none"> • Inondations • Sécheresse • Vagues de chaleurs
Technico -organisationnels	<ul style="list-style-type: none"> • Problème d'irrigation • Retard de la campagne • Manque d'engrais

- ✚ Les stress agro-environnementaux : dans notre regroupement le stress agro-environnemental correspond à tout stress au niveau de l'exploitation, qu'il soit agronomique ou environnemental, qui affecte la production agricole. Parmi les stress déclarés les stress agroenvironnementaux correspondent à la faiblesse des rendements et les maladies ou attaques des plantes par les nuisibles.
- ✚ Les stress économiques : ils correspondent aux différentes contraintes financières qui bloquent les agriculteurs dans le bon déroulement de leurs activités agricoles. Ici ils correspondent à l'endettement, au problème de financement ou aux difficultés de commercialisation.
- ✚ Les stress climatiques : nous regroupons les stress climatiques toutes les formes de stress liés soit à la sécheresse, aux vagues de chaleurs ou aux inondations.
- ✚ Les stress sociaux¹⁸ concernent tous les stress au sein de la sphère sociale qui affectent la vie du ménage. Le stress social est rapporté ici par la maladie d'un membre du ménage ou le décès d'un proche.
- ✚ Les stress technico organisationnels sont définis ici comme toutes contraintes à la production qui sont d'ordre techniques ou organisationnels. Ils correspondent aux problèmes qui découlent de l'insuffisance des techniques mises en place ou d'un problème d'organisation. Parmi les stress rapportés, nous considérons le problème d'irrigation, le retard de la campagne ou le manque d'engrais.

¹⁸ Même si le stress social a été catégorisé, il ne sera pas argumenté dans la suite de l'analyse du fait que nous ne disposons pas de données d'entretiens qui appuient ce type de stress. Il nous a cependant paru nécessaire de le souligner

Les facteurs agro environnementaux, économiques, sociaux et technico organisationnels ont tendance à être endogènes au système irrigué alors que les facteurs climatiques comme les inondations, la sécheresse ou les vagues de chaleurs sont exogènes au système.

L'analyse des catégories de facteurs de stress sur les 10 dernières années (Figure 26), montre que parmi les facteurs de stress déclarés, les stress agro-environnementaux restent majoritaires et correspondent à 55% des stress déclarés. Les stress climatiques correspondent à 15% des stress rapportés et les stress économiques à 14% des stress rapportés. Les stress sociaux correspondent à 10% des stress mentionnés par les ménages, et les stress technico organisationnels à 6%.

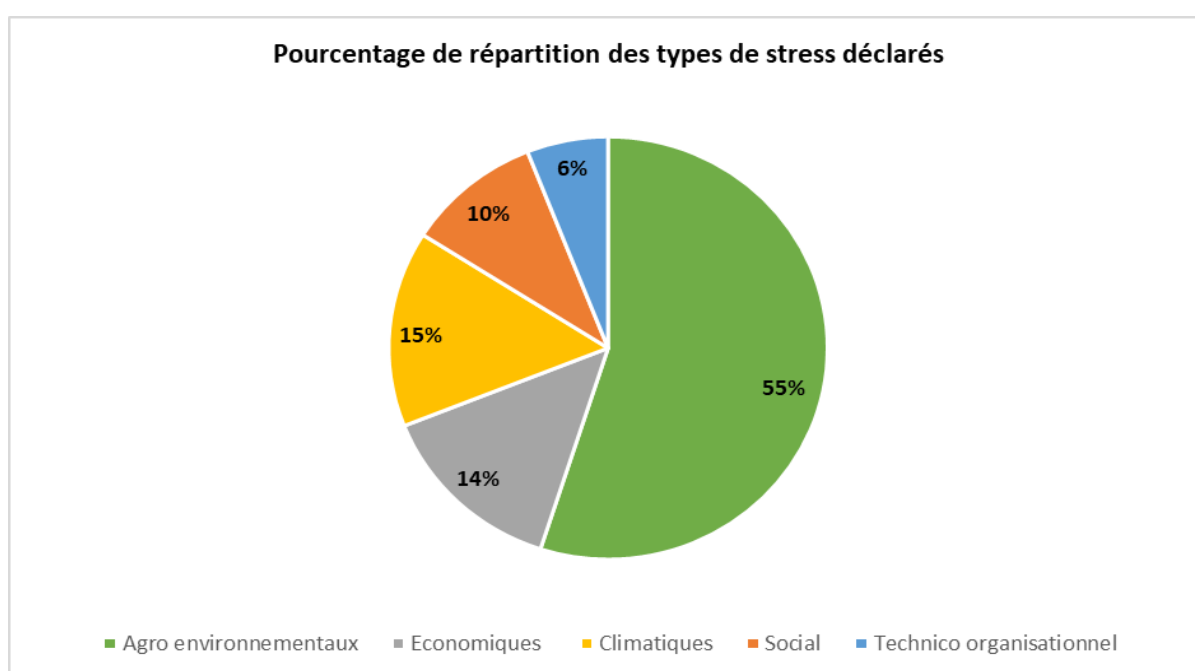


Figure 26 : Typologie des stress déclarés sur les 10 dernières années

Pour expliquer les processus par lesquels ces stress affectent les moyens d'existence des ménages et leur environnement, nous avons estimé que les données d'enquêtes socio-économiques étaient insuffisantes. L'argumentaire autour des facteurs de stress s'est nourri des entretiens effectués auprès des agriculteurs. Ces entretiens ont recueilli leurs histoires de vie, les contraintes auxquelles ils ont été confrontés et ayant un impact sur leurs moyens d'existence. La combinaison de ces deux sources de données permet de voir et d'expliquer les sources de ces facteurs de stress endogènes mais aussi exogènes qui affectent les ménages.

1.2.1. Le stress agro environnemental

Le type de stress agro environnemental est celui qui a été le plus souvent mentionné par les ménages comme affectant directement leurs moyens de subsistance sur les dix dernières années. Parmi ces stress agroenvironnementaux, la faiblesse des rendements était le stress le plus fréquemment rapporté (fréquence= 86%). Parmi ces facteurs qui entravent les rendements, les agriculteurs ont identifié des causes sous-jacentes. Dans les entretiens, les agriculteurs expliquent la faiblesse comme étant liée à la taille des parcelles qu'ils jugent trop petites.

« La population augmente alors que les terres n'augmentent pas, quand tu as 0,20 à 0,30 ha, tu ne peux plus nourrir une grande famille donc il faut plus » (Entretien 6_2019).

La taille relativement petite des parcelles (0,20 ha/actif en moyenne) telle que nous le montrons dans l'analyse de la trajectoire historique (chapitre 4) est expliquée par la dynamique démographique issue du croit de la migration et de la natalité. Au fil du temps, la taille des parcelles devient de plus en plus petite à cause des morcellements des parcelles liées surtout aux successions. La pauvreté des sols et la vétusté des aménagements ont été également mentionnés comme facteurs explicatifs de la faiblesse des rendements. L'analyse des entretiens à dire d'acteurs montre un lien direct entre la faiblesse des rendements et l'appauvrissement des sols qui a été établi de manière spontanée et systématique par les agriculteurs.

« ... avant, tu cultivais 5 ares, tu avais 50 sacs, maintenant si tu cultives 5 ares si Dieu ne t'aide pas tu n'auras pas 4 sacs, parce que la terre est fatiguée » Entretien 3_2019.

Dans les entretiens, cet appauvrissement des sols est attribué à l'introduction de techniques culturales avec une forte utilisation de produits chimiques.

« L'impact négatif, le problème fondamental des aménagements c'est l'introduction des produits chimiques ». Entretien 7_2019.

La mise en place de l'irrigation a introduit un nouveau système de production qui encourage l'utilisation de produits chimiques. Outre la faiblesse des rendements, 14% des ménages déclarent que leurs activités agricoles sont affectées par les maladies des plantes ou les attaques de ravageurs (oiseux, insectes).

« Il y a beaucoup de maladies, il y a des bactéries. Tu cultives au bout de 2 à 3 mois, tu vois des tomates qui commencent à pourrir, tu cultives du riz, il est envahi par des « bactéries » et ça, ça n'existait pas, c'est maintenant que ça commence à exister. Il y a beaucoup de maladies qu'on ne voyait jamais ici seulement ces dernières années » Entretien 1_2019

Il est rapporté lors des entretiens une dégradation des aménagements liée au manque d'entretien des périmètres et la prolifération des mauvaises herbes ce qui fait que le taux de mise en valeur s'affaiblit au fil des années.

1.2.2. Stress économique

Les stress économiques identifiés ici correspondent à l'endettement, les problèmes de financements ou les difficultés de commercialisation des produits de la récolte. Parmi les stress économiques déclarés par les ménages, le stress lié au problème de financement été le plus rapporté (43% de fréquence). Le stress économique lié à l'endettement a été rapporté par 23% par les ménages. L'analyse de la pauvreté monétaire à travers les classes revenus (chapitre 6) montre que les producteurs disposent de ressources financières limitées et nourrissent une situation de dépendance vis-à-vis de la banque qui dispose d'un monopole du financement agricole avec un taux d'intérêt de 7%. Aussi les agriculteurs sont soumis à une difficulté d'accès au crédit de campagne qui dépend de la capacité de remboursement du GIE.

« Ce n'est pas compliqué, dès que tu payes ta dette, tu repars, tu fais ton expression de besoin, la SAED signe et tu récupères ton crédit. Par contre si tu ne payes pas, tu n'as plus droit au crédit » Entretien 1_2019.

Parmi les stress économiques les producteurs dénoncent les charges d'exploitations très élevées, alors que l'accès au financement est déjà une contrainte.

« On doit acheter des produits et de l'engrais, qui est le propriétaire de cet engrais ? c'est l'Etat. Donc si on réunit ces frais-là, depuis le labour les machines le carburant, l'huile pour l'entretien de la motopompe, les engrais, les produits phytosanitaires et l'amortissement de la machine, si tu calcules tous ces frais-là en fin de campagne, tu n'auras rien, au contraire tu seras endetté ». Entretien 16_2019

La contrainte du marché est également très pressante. Le marché peine à se réguler et les productions agricoles connaissent une instabilité des prix qui fluctuent considérablement (Le Roy 2006).

« Au bout de 4 à 5 mois de pénibilité physique et financier, que le producteur n'arrive pas à commercialiser comme il se doit son produit. C'est là le problème... On fait pas mal de spéculations mais la majorité des spéculations ont ce problème de commercialisation. Tout ce qu'on fait c'est toujours bradé, et on devait organiser toutes ces filières quand même, et toutes ces filières sont porteuses mais c'est inorganisé, jamais organisé » Entretien 19_2019.

1.2.3. Stress technico organisationnel

Sur les 10 dernières années, les stress technico organisationnels évoqués sont liés à des problèmes d'irrigation, au retard dans le calendrier cultural et au problème d'accès à l'engrais. Le problème d'irrigation est différent selon les périmètres. Pour les périmètres irrigués villageois, c'est surtout lié à la panne de la motopompe.

« Cette année, on a eu une panne de la motopompe et ça vraiment c'est un événement marquant que je ne peux pas oublier » Entretien 17_2019

Pour la cuvette, il est plutôt lié au dimensionnement avec des difficultés de planage. Ceci fait que certaines parcelles ont beaucoup trop d'eau et d'autres pas assez. La vétusté des aménagements a été évoquée lors des différents entretiens. Depuis le transfert des périmètres aux paysans en 1993, les aménagements ne cessent de se dégrader du fait de l'insuffisance de l'entretien des infrastructures.

« Ce dont nous avons le plus peur c'est par rapport aux canaux principaux, ils commencent à se dégrader et à être obsolètes. Et là en ce moment j'ai commencé à demander une pelle pour nettoyer les drains, mais je n'arrive pas à l'avoir, il faut aller jusqu'à Ross Bethio pour avoir une pelle au niveau du pole hydraulique » Entretien 1_2019.

D'autres stress d'ordre technico organisationnels ont été mentionnés dans différents entretiens comme la difficulté d'accéder aux intrants ou également le retard dans le calendrier cultural.

1.2.4. Stress climatique

Il est essentiel de considérer les facteurs de stress exogènes auxquels les agriculteurs sont exposés. En effet la zone d'étude est soumise à des aléas climatiques liés au déficit, à l'incertitude pluviométrique.

« Avant il y avait du bonheur, pourquoi il y avait du bonheur en ce moment, il pleuvait si tu cultives dans le Walo, tu récoltes si tu cultives dans le Diéri tu récoltes, c'est pour cela, mais maintenant il ne pleut plus et dans le Walo aussi c'est la même chose, on ne dépend plus que de l'irrigation et même on n'a pas de bons aménagements ».

Le changement climatique a été évoqué par les enquêtés de manière régulière. Il est identifié comme un facteur qui affecte la production.

« Les changements climatiques, ça par contre c'est une réalité qui nous fait peur. Parce que le temps a complètement changé, il y a des périodes où tu faisais des pépinières tu produisais bien, mais maintenant on voit qu'avec les changements les dates ont changé. Les premières dates ne sont plus celles d'aujourd'hui ne sont plus pareilles. Avant on faisait les pépinières au mois de janvier, mais aujourd'hui si tu fais une

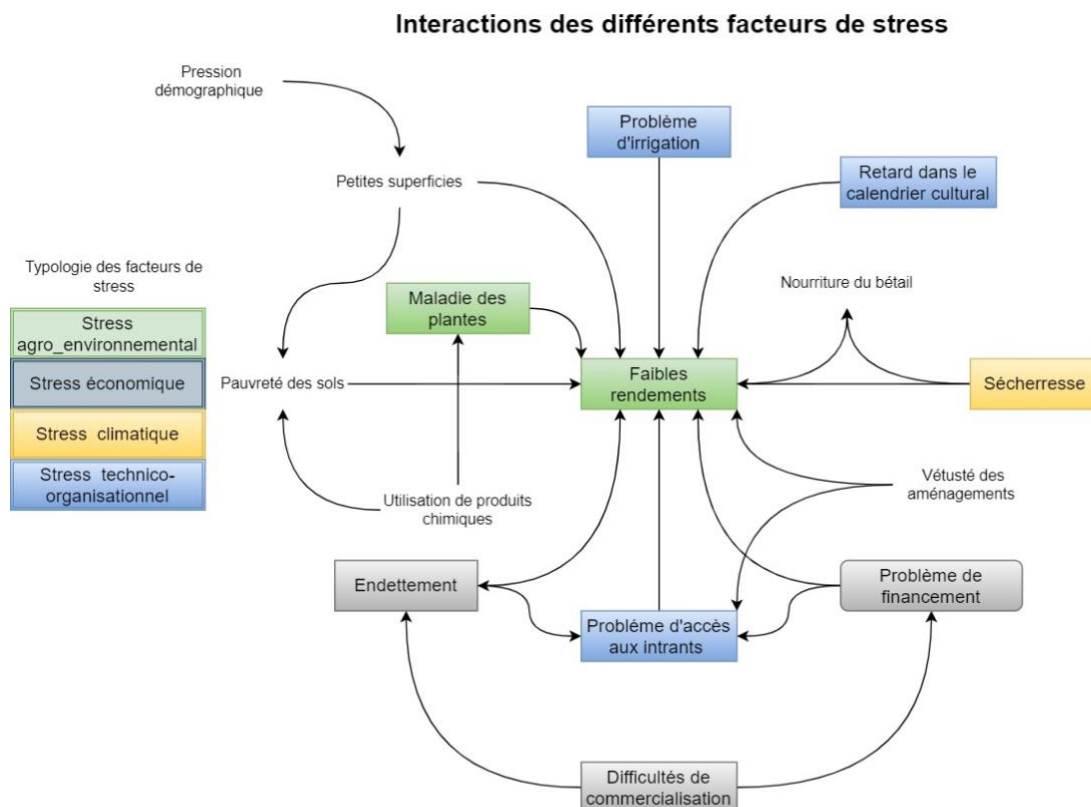
pépinière au mois de janvier, ça peut rester 15 jours sans que ça ne pousse. Et maintenant le froid continue jusqu'au 15 avril... avant quand on semait en janvier, en fin avril début mai on commençait à récolter, mais maintenant il faut aller jusqu'au mois d'août pour récolter et malheureusement à cette période l'hivernage est déjà là. Et donc quand l'hivernage arrive, tu ne peux pas récolter à 100%, ça occasionne des dégâts par rapport au retard ou tu ne pourras pas tout récolter et cela va retarder la saison de semis de la campagne suivante. Et sur la production ça a beaucoup réduit les quantités. ».
Entretien 2_2019.

La sécheresse a été identifiée également par les populations comme une contrainte qu'elles subissent régulièrement. La sécheresse devient une contrainte dans la disponibilité en quantité et en qualité du bétail du fait de la difficulté de trouver du pâturage pour le bétail.

1.3. Les interactions entre facteurs de stress

A travers les stress déclarés, et le récit fourni par les populations lors des entretiens, nous interprétons la manière dont les interactions entre facteurs de stress interagissent à travers différentes échelles pour influencer la vulnérabilité.

La figure suivante (Figure 27) montre les différentes interactions entre facteurs de stress et leurs causes sous-jacentes pour expliquer comment ces interactions participent à créer d'autres stress qui construisent une vulnérabilité dynamique.



Sila 2022

Figure 27 : Interactions entre les différents facteurs de stress

A travers la figure 27, nous montrons qu'il existe beaucoup de liens avec la faiblesse des rendements qui est le facteur de stress le plus évoqué par les populations. A travers les stress déclarés et l'analyse entretiens, nous représentons le lien direct qui peut s'établir entre la faiblesse des superficies, l'utilisation des produits chimiques, les maladies et attaques des plantes et la faiblesse des rendements. L'insuffisance des terres explique que les producteurs utilisent les mêmes parcelles pour les différentes campagnes avec les mêmes spéculations. Ce qui fait que les terres sont surutilisées et leur régénération naturelle se retrouve perturbée, d'où une augmentation de la pauvreté des sols notée par les populations. A long terme la forte utilisation des fertilisants peut contribuer à la pollution des eaux souterraines et à la perte de la fertilité des sols. Cette mise en culture continue avec des techniques de semis, de fertilisation intensive (Poussin et al., 2002; Headey and Jayne, 2014) ont fait baisser au fil des années les rendements au moment où la population ne cesse d'augmenter. Cette pression sur les terres entraîne la dégradation de l'environnement (Headey and Jayne, 2014) qui favorise les maladies des plantes, affectant les rendements (Sila et al., 2022).

Les rendements sont également affectés par le retard dans le calendrier cultural lié à des problèmes organisationnels et les problèmes d'irrigation dûs à la vétusté des aménagements.

L'intensification de l'agriculture implique un coût de production élevé, par l'achat de semences sélectionnées, d'engrais, d'herbicide de produits phytosanitaires, et par le paiement des façons culturales motorisées et de la redevance hydraulique (Le Roy, 2011). Ceci explique le besoin des ménages de recourir au crédit pour faire face aux dépenses agricoles.

La faiblesse des rendements conduit à une perte de revenus entraînant une difficulté d'accéder au crédit et donc aux intrants nécessaires pour produire. Les travaux de (Fall, 2006), dans la vallée du fleuve Sénégal montrent qu'un cinquième des producteurs n'a pas du tout accès au crédit. Un cercle vicieux s'installe entre l'endettement qui empêche la possibilité de contracter du crédit. L'endettement et les problèmes de financement sont également dû aux difficultés de commercialisation des produits dues parfois à un marché peu structuré. Cette difficulté de commercialisation dépend de la spéculation. Pour le riz et la tomate structurés en filières, la commercialisation s'effectue avec moins de difficultés que l'oignon pour laquelle la filière peine à se structurer. L'oignon souffre aussi d'une organisation de la production non étalée dans le temps ce qui crée une surproduction. Également, la concurrence de l'oignon importé, l'absence d'infrastructures de conservation et de transformation fait que les producteurs sont sous la dépendance des acheteurs « banabanas » au circuit informel, provenant de divers horizons et qui fixent leurs prix selon la production. Ainsi, il est souvent possible de vendre son sac d'oignon à un prix trois ou quatre fois, moins cher que le prix du marché.

Les stress exogènes comme la sécheresse impactent également les rendements et par là, la disponibilité de la nourriture pour le bétail.

Ces différents facteurs de stress, endogènes et exogènes au système irrigué agissent de façon interdépendante pour exacerber la vulnérabilité. L'analyse des facteurs de stress et de leurs facteurs explicatifs tels que déclarés par les populations à travers leurs récits montre une forte rétroaction positive entre les différents facteurs de stress, qu'ils soient endogènes ou exogènes.

2. Vulnérabilité des différents groupes aux facteurs de stress

Dans cette section, nous analysons le lien entre répartition des facteurs de stress et l'histoire, les types, les revenus et la géographie.

2.1. Répartition des facteurs de stress selon les types

La répartition des différents facteurs de stress (Figure 28) selon les types montre une forte hétérogénéité.

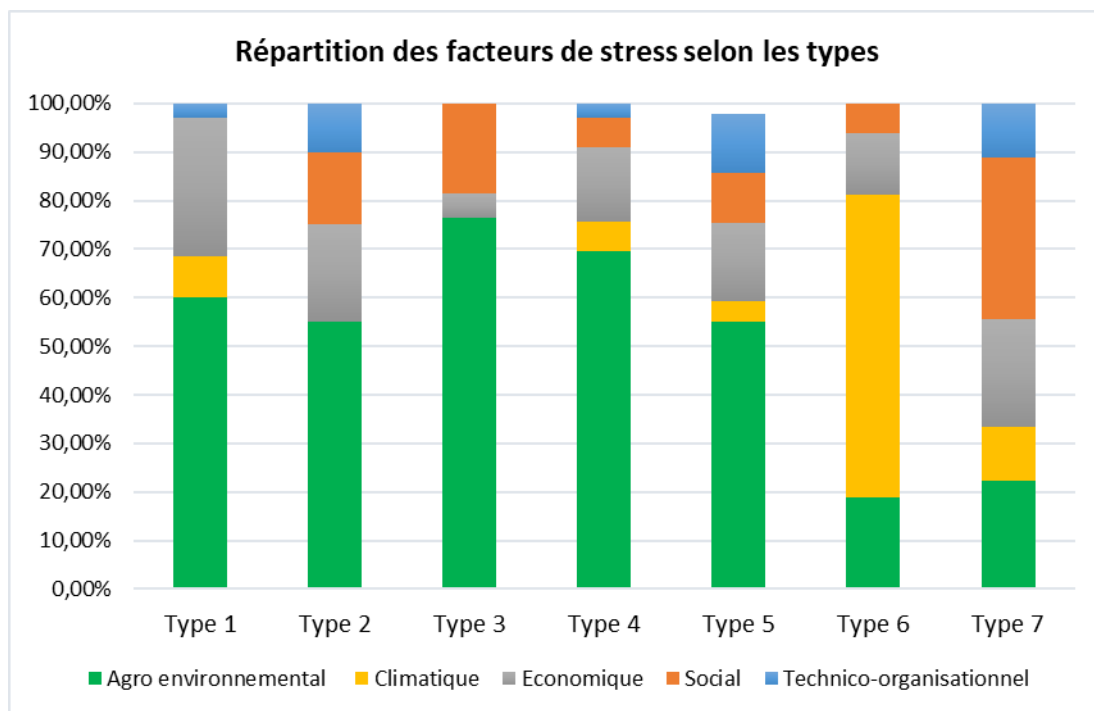


Figure 28: Répartition des facteurs de stress selon les types de ménages

Après le stress agro environnemental, le facteur de stress économique est le deuxième le plus important et le plus répandu à l'intérieur des types.

Les types 4, 5 et 7 sont concernés par tous les types de facteurs des stress, alors que le type 3 est exposé uniquement au stress agro environnemental, économique et social. Le type de stress climatique est assez marqué pour le type 6 qui correspond aux éleveurs. Cette forte hétérogénéité nous a conduit à affiner l'analyse pour mieux comprendre la répartition des facteurs de stress à l'intérieur des types de ménages. Nous avons ainsi regardé les différents stress en détails (Tableau 12).

Tableau 12 : Répartition des différents facteurs de stress selon les types de ménages

facteurs de stress \ Types	1	2	3	4	5	6	7
Nombre d'individus							
Catastrophes climatiques	1	3	4	1	7	1	2
Difficultés de commercialisation	4	0	1	1	3	0	0
Endettement	4	2	1	3	4	1	0
Faible rendement	18	12	32	23	25	3	2
Maladie ou décès d'un proche	1	3	7	2	6	3	4
Maladies et attaques des plantes	7	0	3	1	7	1	1
Manque d'engrais	0	0	0	0	1	0	0
Mort du bétail	0	0	0	0	3	0	0
Problème d'irrigation	1	2	0	0	5	0	1
Problème de financement	2	0	3	2	1	1	2
Retard campagne	0	0	0	3	1	0	0
Sécheresse	4	0	2	1	2	9	0

Nous avons repris les codes couleurs des types de facteurs de stress. Vert= stress agro environnementaux. Gris= stress économique. Jaune=stress climatique. Bleu = stress technico organisationnel. Orange= stress social.

Partout, le stress lié à la faiblesse des rendements est le plus déclaré par les différents types sauf pour le type 6 des éleveurs.

Le type 1 et le type 5, caractérisés par la prédominance des activités agricoles dans les périmètres irrigués sont ceux qui ont le plus déclarés les stress liés aux difficultés de commercialisation des produits, aux maladies et attaques des plantes. Les problèmes d'irrigation sont marqués chez le type 5.

Le type 4 et le type 5 très orientés vers l'agriculture et engagés dans les organisations paysannes sont les seuls à avoir déclaré le stress lié au retard de la campagne.

Le type 6 des éleveurs, doté en ressources animales et dont la stratégie est orientée vers l'élevage est celui qui déclare le plus de stress lié à la sécheresse.

Le type 2 très orienté dans les activités extra agricoles est le seul à ne pas avoir déclaré de stress lié au problème de financement. Il est également celui qui a le moins déclaré d'autres facteurs de stress.

Le type 7 des agriculteurs traditionnels est le seul à ne pas avoir déclaré de stress lié à l'endettement.

Chaque type présente différentes expositions et sensibilités (stress). Ces stress sont fonction des ressources dont les types disposent et les activités qu'ils mettent en place (Figure 27).

L'analyse de la répartition des stress selon les types de ménages révèle une forte sensibilité des ménages qui dépendent beaucoup de la production végétale à la chaleur notamment pour le maraîchage qui provoque des brûlures de plants de tomates et le blocage de la croissance de la plante.

Les ménages qui dépendent beaucoup de l'élevage sont plus exposés aux stress climatiques notamment la sécheresse entraînant une pénurie d'aliments pour le bétail. Ils sont également exposés ou aux maladies qui s'attaquent au bétail. Dans les années 1990 l'épidémie de la fièvre de la vallée du rift a décimé tout le bétail. En 2002, des pluies de hors saison ont conduit à la mort de la majeure partie du bétail. Ces événements extrêmes ont fragilisé la situation de ces ménages (Sila et al., 2022).

2.2. Répartition des facteurs de stress selon la période d'installation

La figure 29 illustre la répartition des facteurs de stress selon les différentes périodes d'installations des ménages.

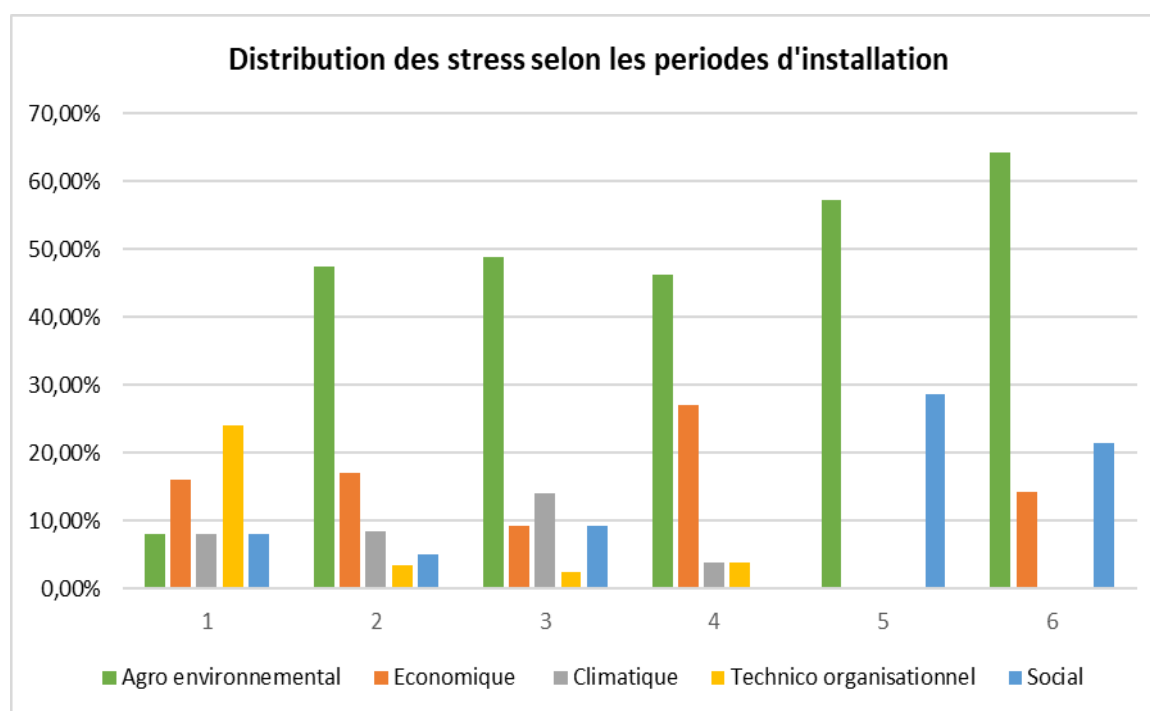


Figure 29 : Répartition des facteurs de stress selon la période d'installation

Nous pouvons observer qu'à l'exception des ménages installés à la période 1 (les plus anciens), le stress agro environnemental est le stress dominant pour tous les ménages installés aux différentes périodes. Le stress technico organisationnel est le stress dominant pour les ménages de la période 1. Ceci est cohérent avec les résultats de la socio histoire et des typologies qui montrent que les ménages les plus anciennement installés ont plus accès à la

terre irriguée, sont plus engagés dans les organisations paysannes (GIE) et orientent l'essentiel de leurs stratégies dans les activités agricoles. Ce qui explique qu'ils sont plus dépendants de l'organisation du GIE qui souvent est confronté à des problèmes d'ordre techniques comme la panne d'une motopompe ou organisationnels comme le retard de la campagne du souvent à des problèmes d'approvisionnement à temps d'intrants agricoles (semences, produits phytosanitaires, matériel de labour). Le stress climatique est plus marqué pour les ménages installés la période 2 et 3 et non déclarée par les ménages installés à la période 5 et 6. Les ménages récemment installés déclarent le moins de variété de stress.

2.3. Répartition des facteurs de stress selon la géographie

L'analyse de la répartition des facteurs par village (Figure 30) montre, tout comme pour les types et les revenus, une hétérogénéité dans la distribution spatiale des facteurs de stress.

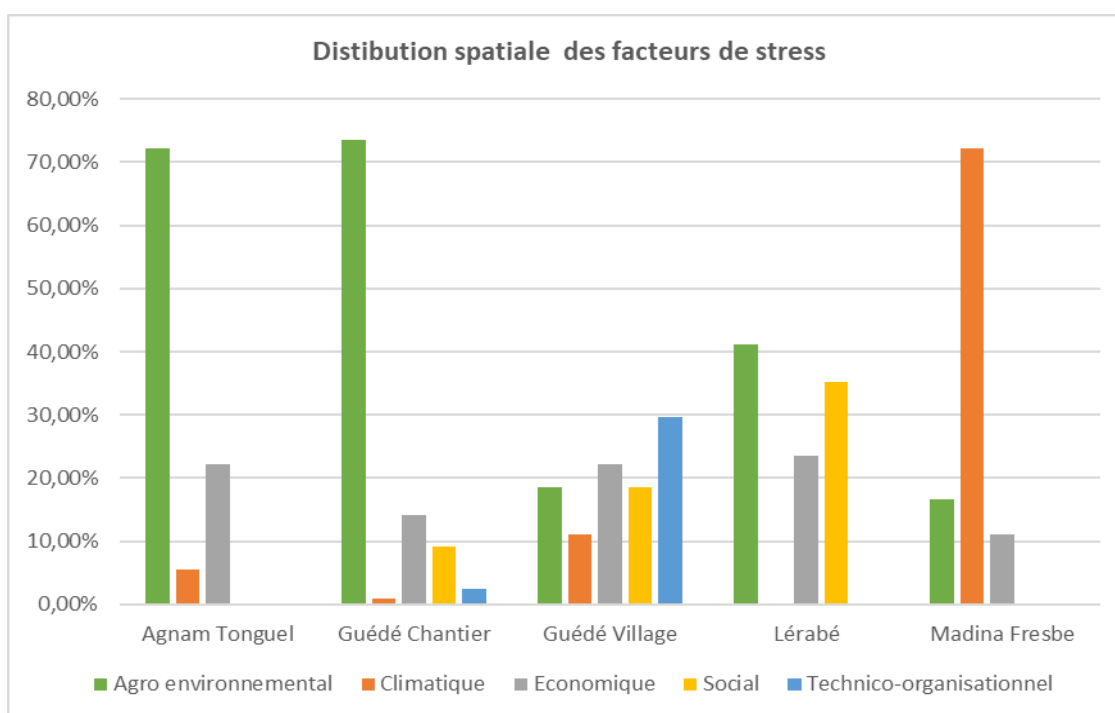


Figure 30 : Répartition spatiale des facteurs de stress

Guédé Chantier et Agnam Tonguel se différencient par le stress agroenvironnemental qui est largement dominant. Ceci peut s'expliquer par le fait que leurs stratégies sont très orientées dans l'agriculture. Le facteur de stress évoqué par tous les villages à l'exception de Madina Fresbé est celui lié au problème de financement pour aller en campagne. Madina Fresbé est également le seul village qui n'a pas déclaré facteurs de stress liés à l'agriculture (irrigation, retard campagne, faible rendement). Ceci s'explique par le fait que c'est le village constitué en

majorité d'éleveurs, ce qui explique également que la sécheresse constitue son facteur de stress prédominant. Il est particulièrement affecté par la sécheresse du fait qu'elle occasionne l'absence d'herbes pour faire pâturer le bétail.

Guédé Chantier et Guédé Village sont les deux seuls villages qui déclarent des facteurs de stress liés au retard de la campagne agricole et aux problèmes d'irrigations. Ceci s'explique par le fait que ces deux villages sont les plus orientés dans l'agriculture irriguée dans les périmètres organisés en groupement d'intérêt économique et dont l'organisation et donc très dépendante des décisions de la SAED, de la banque et des groupements, ce qui nécessite souvent beaucoup de coordination qui parfois entraîne un retard pour lancer la campagne ou organiser l'irrigation. C'est également les deux villages en plus de Agnam Tonguel à être les plus touchés par les stress liés aux maladies et attaques des plantes.

Les difficultés de commercialisation et les problèmes des produits agricoles et les problèmes de financement pour cultiver sont les deux stress partagés par tous les villages à l'exception de Madina Fresbé.

Le facteur de stress lié à la maladie ou décès d'un proche est plus marqué à Lérabé.

L'analyse de la répartition des facteurs de stress en fonction de l'histoire, des types, des revenus et de la géographie montre que dans le système irrigué de Guédé, la vulnérabilité à différents facteurs de stress est étroitement liée au contexte historique, social, économique, spatial dans lequel les stress sont vécus.

Conclusion

Notre travail met en évidence la diversité des facteurs de stress auxquels les ménages sont confrontés et comment les interactions entre les différents stress et les moyens d'existences peuvent façonner la vulnérabilité. Dans notre analyse, nous avons caractérisé l'exposition et la sensibilité en considérant les différents stress soulevés par les enquêtés

Les résultats des enquêtes et des entretiens montrent une exposition différentielle des ménages à de multiples facteurs de stress endogènes et exogènes. Ils montrent 5 grand types de stress auxquels les ménages sont exposés. Le type de stress agroenvironnemental étant le plus évoqué révèle une forte sensibilité de la production végétale liée notamment à la faiblesse des rendements.

L'analyse montre également que les producteurs souffrent d'un problème de commercialisation des produits de la récolte qui finissent parfois par pourrir. Ceci est le résultat d'une déstructuration du marché et qui peine à se réguler et les productions agricoles pâtissent d'une instabilité des prix considérable. Ceci est notamment observé pour l'oignon.

Cette analyse des facteurs de stress nous montre que la gamme de stress auxquels les ménages sont exposés est très fonction, des ressources dont ils disposent mais aussi des activités qu'ils choisissent ou qu'ils ont l'opportunité de faire.

Tous ces éléments montrent comment la modification du système de production peut créer d'autres facteurs de stress affectant les moyens d'existence des ménages.

Cette analyse attire l'attention sur les facteurs qui rendent certaines personnes ou certains groupes disproportionnellement vulnérables aux chocs et aux facteurs de stress. Les choix des ménages pour assurer la subsistance du ménage ou pallier à des stress peuvent créer de nouveaux résultats qui peuvent influencer à la fois l'exposition et les réponses à d'autres facteurs de stress ou chocs (O'Brien et al., 2007). L'analyse met en évidence l'interconnexion des différents facteurs de stress et leurs impacts sur la vulnérabilité actuelle qui va définir la vulnérabilité future. L'intérêt d'analyser la vulnérabilité à différents facteurs de stress et en interaction (se renforçant mutuellement) est de montrer la complexité qui réside dans l'analyse de la vulnérabilité.

A travers les résultats de ce chapitre, nous considérons que les activités que les ménages mettent en place pour sécuriser leurs moyens d'existences définissent les stress auxquels ils sont exposés et sensibles. Ces activités étant conditionnées par l'accès aux ressources et la géographie, eux-mêmes définis par la trajectoire socio historique. A partir de résultats de ce chapitre, nous considérons que le processus historique de la mise en place des infrastructures hydro-agricoles à Guédé détermine aujourd'hui les expositions et sensibilités différentielles des ménages aux multiples facteurs de stress.

Nous formulons l'hypothèse qu'en fonction des chocs auxquels les ménages sont exposés et sensibles, cette différenciation va définir les capacités des ménages à convertir ces ressources en activités et revenus stratégiques pour survivre à la faiblesse des moyens d'existence dans des conditions de détérioration, ainsi qu'à la sécurité des moyens d'existence dans des conditions économiques améliorées (Ellis, 2000; Adger, 2006). Cette hypothèse va être testée dans le chapitre qui suit.

Chapitre 7. Avant-propos

Le chapitre précédent nous a permis de mettre en évidence la diversité des facteurs de stress auxquels les ménages sont confrontés. Il nous a permis de voir comment les stress peuvent interagir et renforcer ou créer de nouvelles vulnérabilités.

Parmi la diversité des facteurs de stress évoqués dans le chapitre précédent, le chapitre 7 fait un focus sur le stress économique et analyse la vulnérabilité à l'insécurité économique des ménages c'est-à-dire le risque de se retrouver sous un seuil de revenu suffisant pour faire face aux besoins de ses membres, y compris en cas de chocs. Tout d'abord, les revenus des ménages sont reconstitués, afin de prendre en compte le niveau important d'auto consommation. Ensuite, une catégorisation des ménages en classes de revenus est effectuée en référence à des seuils de sécurité économique validés par les populations locales. Enfin les facteurs de différenciation des revenus entre les catégories de ménages sont analysés et des tests permettant de valider la significativité des moyennes sont appliqués. Ce chapitre, qui questionne les déterminants de la vulnérabilité à l'insécurité économique des ménages, vise à comprendre les facteurs qui expliquent que certains ménages s'en sortent mieux ou moins bien économiquement. C'est un point essentiel pour penser des voies d'amélioration de la situation.

Chapitre 7. Les déterminants de la vulnérabilité à l'insécurité économique : une analyse par les classes de revenus

Introduction

La pauvreté correspond au manque d'accès suffisant aux revenus du travail et du capital, le manque d'autonomisation, d'opportunités de connaissances, mais la pauvreté s'évalue aussi à travers l'ensemble des choses et des états qu'un individu est capable de réaliser et d'atteindre à partir des ressources dont il dispose, lui permettant d'atteindre le bien être (Sen 1992 ; Gounder ; Xing 2012). Cette conception de la pauvreté révèle sa complexité et sa multidimensionnalité. L'objectif de ce chapitre n'est pas d'analyser toutes les dimensions de la pauvreté, mais plutôt les déterminants de la vulnérabilité à l'insécurité économique, en considérant uniquement les revenus monétaires et les équivalents monétaires des ménages (autoconsommation).

En d'autres termes, ce chapitre vise à comprendre les facteurs qui expliquent que certains ménages s'en sortent mieux ou moins bien économiquement. L'analyse des déterminants de la pauvreté économique est décisive dans la compréhension de la vulnérabilité (Calvo and Dercon, 2007). Elle permet d'appréhender la fraction de la population qui risque de se trouver en deçà d'un seuil de pauvreté économique si des aléas de différentes sortes se produisent et entravent la capacité de ces ménages à y faire face et à mobiliser les ressources nécessaires (Tapsoba et al., 2018; Ferreira et al., 2021). La vulnérabilité à l'insécurité économique correspond au risque de se retrouver à un seuil de revenu insuffisant pour faire face à ses besoins (Osberg 1998).

Nous mobilisons une approche qui consiste à mesurer les résultats des activités permettant au ménage de subvenir à ses besoins, non seulement primaires mais également de disposer d'un surplus financier liquide suffisant pour amortir des chocs (Lusardi et al., 2011).

Pour ce faire, nous procédons dans la première partie de ce chapitre à une reconstitution des revenus monétaires du ménage prenant en compte tous les équivalents monétaires de ce que rapporte toutes les activités y compris la valeur de l'autoconsommation. Ensuite, nous procédons à une catégorisation des ménages en classes de revenus en appliquant des seuils de

sécurité économique. Dans la deuxième partie, nous présentons la méthodologie d'analyse appliquée. Dans la troisième partie de ce chapitre, nous questionnons les facteurs de différenciation des revenus entre les catégories de ménage en nous interrogeant sur les cinq capitaux des moyens d'existence, le système de production et la structure des revenus des ménages. Des tests statistiques permettant de valider la significativité des moyennes ont été appliqués.

En questionnant le lien entre ces différentes variables caractéristiques et le niveau de vulnérabilité à l'insécurité économique des ménages, nous adoptons une approche de la vulnérabilité qui nous permet un examen des différences de vulnérabilité et les facteurs explicatifs.

1. Analyse du profil des revenus

L'analyse du profil des revenus se base sur la reconstitution des revenus des ménages à travers les données d'enquêtes, et sur la détermination du seuil de sécurité économique des ménages que nous étudions.

1.1. La reconstitution des revenus

L'analyse du profil des revenus se base sur une reconstitution de l'équivalent monétaire du revenu qui inclut l'autoconsommation du ménage.

Le revenu global est donc le "revenu disponible brut", c'est-à-dire, l'équivalent monétaire de tout ce dont le ménage a bénéficié en contrepartie de toutes ses activités : ce que le ménage a perçu en valeur monétaire plus ce qu'il a produit en nature, mais qu'il n'a pas forcément vendu (Mbima, 2017). Le calcul des revenus que nous présentons ici comprend à la fois les revenus agricoles (les ventes de la production autoconsommation valorisée aux prix du marché-charges), les revenus des activités d'élevage (ventes d'animaux autoconsommation valorisée aux prix du marché -charges), les revenus des activités extra agricoles (commerce, salariat, artisanat, pêche...), les transferts des migrants, les aides publiques, les revenus fonciers (issus de la mise en location des parcelles), le salariat agricole.

L'autoconsommation est valorisée au prix d'achat du marché. Ce point est particulièrement important car assurer la subsistance du ménage est un objectif majeur des activités agricoles pour les ménages de la zone où plus de 50% de la production est autoconsommée.

Le calcul de ces revenus est repris sous la formule suivante.

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

- La somme en i calcule le revenu agricole qui est défini comme la somme des revenus des différentes productions agricoles du ménage, i = (riz, oignon, tomate...), 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 marché¹⁹. 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 = (boeufs, chèvres, moutons, poules, etc.), Qv_j le nombre d'animaux 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.

Le revenu par actif (RA) est calculé ($\widehat{Ra} = R_t/NA$) comme le rapport entre le revenu annuel total du ménage (R_t) et le nombre d'actifs qui le composent.

¹⁹ 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 l'agence nationale de la statistique et de la démographie du Sénégal.

1.2. Vers une détermination des classes de pauvreté à l'insécurité économique

Les études empiriques existantes sur l'insécurité économique adoptent des approches variées, comme le degré de protection des individus contre les pertes économiques (Hacker et al., 2014), ou des indices pondérés à partir d'une liste de risques économiques à un moment donné, en supposant que cette liste est la même dans les différents sous-groupes (Osberg et Shape 2005).

Une autre approche proposée par Nichols et Zimmerman consiste à mesurer la volatilité des revenus et des dépenses pour expliquer le risque d'insécurité et de volatilité de la consommation (Nichols and Zimmerman, 2008).

Dans notre analyse, nous partons du seuil de pauvreté tel qu'il est défini au Sénégal et fixons un seuil financier (Lusardi et al., 2011) qui indique que le ménage dispose d'actifs supplémentaires (liquidités, animaux, stocks alimentaires...) lui permettant de se protéger contre les pertes économiques. Le seuil de pauvreté désigne la consommation ou le revenu minimum en deçà duquel un individu ne dispose pas d'un revenu permettant de satisfaire les besoins essentiels. Le seuil de pauvreté global par adulte au Sénégal évalué selon l'ANDS est de 598 FCFA/équivalent adulte/jour soit 218000 FCFA²⁰ par an (ANSD 2011). La construction du seuil de pauvreté selon Faye et al 2021 est résumée dans l'encadré 1.

Encadré1

La construction du seuil de pauvreté s'est faite en 2 étapes :

Pour définir la ligne de pauvreté, une première étape a consisté à choisir un panier des 26 biens les plus consommés couvrant plus de 80% de la population.

La deuxième étape a consisté à bâtir une ligne permettant à chaque adulte d'acheter l'équivalent de 2400kcal par jour.

La ligne de pauvreté totale couvre ainsi la ligne de pauvreté alimentaire majorée d'un montant permettant de couvrir les dépenses non alimentaires.

L'approche choisie consistait à calculer la moyenne des dépenses non alimentaires par équivalent adulte pour tous les ménages dont les dépenses alimentaires par équivalent adulte sont proches de la ligne de pauvreté alimentaire. Ce montant moyen a été rajouté au

²⁰ Le seuil de pauvreté a été réestimé en 2021, à 333.441FCFA. Nos seuils ayant été validés par la population, nous les avons conservés.

seuil alimentaire, ce qui a donné un seuil de pauvreté global de 598 FCFA/équivalent adulte/jour. Le terme « proche » a été défini comme un intervalle de consommation alimentaire de plus ou moins 5% autour du seuil alimentaire (Faye et al 2021).

En accord avec différents types d'acteurs (experts de la zone, ONG, paysans...) nous avons considéré que les ménages peu vulnérables à l'insécurité économique, c'est-à-dire à même de satisfaire les besoins de leurs membres et de faire face aux aléas « habituels », ceux qui ont un équivalent monétaire de plus de 360000 CFA/an et par travailleur. Ils représentent 17% de l'échantillon. De la même façon nous avons déterminé les ménages modérément vulnérables à l'insécurité économique entre 260000 et 360000 CFA/an et par travailleur, soit 9% de l'échantillon. Ils ont 20% au-dessus du seuil de pauvreté national (218.000 FCFA) mais doivent généralement subvenir aux besoins 1 ou 2 dépendants.

Enfin les ménages dont le revenu par actif est en dessous de ce seuil, de 260000 CFA sont considérés comme en insécurité économique et représentent environ 74% de la population.

Les ménages ont ainsi été regroupés en 3 catégories (Tableau 13) vis-à-vis de la vulnérabilité à l'insécurité économique « très vulnérable » (moins de 260000 CFA par actif), « moins vulnérable » (entre 260000 et 360000 CFA), « peu vulnérable » (au-delà de 360000 CFA).

Dans la suite de l'analyse, les classes de ménages seront identifiées sous :

- La classe très vulnérable à l'insécurité économique (TVIE)
- La classe moyennement vulnérable à l'insécurité économique (MVIE)
- La classe peu vulnérable à l'insécurité économique (PVIE)

Tableau 13 : Répartition des classes de vulnérabilité à l'insécurité économique

Classes de vulnérabilité	Effectifs	Pourcentage ménage (%)	Revenus /actif
TVIE	127	73,837	Moins de 260.000 FCFA
MVIE	16	9,302	Entre 260.0000 FCFA et 360000 FCFA
PVIE	29	16,860	Plus de 360000 FCFA

Le tableau 13 montre que la répartition des ménages dans les classes de vulnérabilité à l'insécurité économique est assez hétérogène. La classe très vulnérable reste majoritaire avec 73% des ménages situés en dessous du seuil de sécurité économique. La classe peu vulnérable à l'insécurité économique représente 9% des ménages et la classe des peu vulnérables concerne environ 17% des ménages.

A travers cette méthode de regroupement de ménages par classe de vulnérabilité économique, nous cherchons à questionner les causes de la vulnérabilité et les dotations en capitaux et stratégies qui permettent à certains ménages de dégager un surplus financier suffisant pour faire face aux besoins de leurs membres en dépit des aléas inhérents aux activités agricoles et d'élevage.

Ainsi, pour examiner les déterminants à cette insécurité économique nous mobilisons les données d'enquêtes des ménages et questionnons plusieurs variables liées aux différents capitaux (naturel, humain, physique, financier, social) mais aussi le système de production que les différents groupes mettent en place par choix ou par contrainte et qui peut expliquer leur situation monétaire.

2. Méthodes d'analyse de la différenciation des revenus des ménages

La méthode d'analyse suit un processus d'analyse statistique permettant de déterminer les facteurs explicatifs de la vulnérabilité à l'insécurité économique. Dans un premier temps, nous avons analysé le coefficient de variation pour statuer sur l'homogénéité des observations, puis des tests de significativités d'Anova ont été appliqués. Pour les variables dont la normalité des résidus n'était pas validée, nous avons appliqué le test de Kruskal Wallis.

2.1. L'analyse des moyennes et de leur dispersion

Nous avons d'abord regardé les moyennes et les coefficients de variations. Le coefficient de variation est une mesure de la dispersion qui permet d'exprimer la grandeur relative de l'écart type par rapport à la moyenne. Il est exprimé en pourcentage et indique la dispersion autour de la moyenne. Il permet de mesurer le degré d'homogénéité ou d'hétérogénéité des valeurs à

l'intérieur de chaque groupe. Plus le coefficient de variation tend vers zéro, plus la dispersion et l'hétérogénéité seront faibles et inversement (Tapsoba et al., 2018; Tapsoba, 2020).

L'analyse de la moyenne et du coefficient de variation nous a permis d'avoir une première identification des différences. L'analyse nous montre des moyennes différentes, mais parfois caractérisées par des coefficients de variation élevée. Nous avons par la suite procédé à l'analyse de la significativité des différences entre moyennes (ANOVA).

2.2. Une modélisation statistique pour tester les facteurs explicatifs de la différenciation des revenus

Nous avons procédé à une modélisation statistique pour tester la significativité des différentes variables explicatives des différents groupes. L'objectif est de trouver les facteurs significativement liés au niveau de revenu et donc aux classes de vulnérabilités à l'insécurité économique.

La modélisation statistique est une représentation simplifiée et chiffrée d'un phénomène permettant de mieux comprendre la relation ou de faire des prédictions. Elle permet d'expliquer une variable à expliquer, par des variables dépendantes via des équations mathématiques impliquant des paramètres.

Pour déterminer s'il existe une différence significative entre les moyennes des classes de revenus, nous avons effectué des tests statistiques par une ANOVA unidirectionnelle à différentes variables liées aux capitaux de moyens d'existence mais aussi à la production agricole. Le test d'analyse de la variance ANOVA (correspondant Analysis of variance) est un modèle statistique servant à comparer les moyennes d'une variable Y entre plusieurs groupes. La ou les variable(s) explicative(s) X est/sont qualitative(s) et présente(nt) plusieurs modalités, tandis que la variable dépendante ou « réponse » Y est une variable quantitative. L'objectif du test est de déceler si un groupe de la variable X a un effet significatif sur la valeur de la moyenne de la réponse (Y). Il permet de démontrer si les moyennes de l'échantillon proviennent de populations différentes.

Les hypothèses sont les suivantes :

- H0 : L'écart entre les moyennes de Y pour chaque modalité de X et la moyenne générale de Y est égal à 0.
- H1 : Il existe au moins une moyenne de Y d'une modalité X qui diffère significativement de la moyenne générale.

La décision de rejeter ou de valider une hypothèse est fonction de la P value déterminée avec le test de Fisher (test F). Si la P value est inférieure au seuil de risque Alpha qui est de 0,05, on rejette H0 et on accepte H1 en prenant un risque inférieur ou égal à 5% de nous tromper.

Le modèle Anova est valide si certaines conditions sont réunies. Ces conditions concernent l'indépendance des observations, la normalité des résidus, l'homogénéité des variances. Pour toutes les variables que nous présentons comme significatives, nous avons veillé à respecter toutes ces conditions.

Indépendance des observations

L'indépendance des résidus implique l'absence d'autocorrélation, autrement dit il faut qu'il y ait une mesure par unité statistique. Toutes les observations de notre échantillon sont indépendantes et ne présentent aucune répétition.

Peu de valeurs hors norme

La validité d'une Anova implique l'existence de peu de valeurs hors norme c'est-à-dire il faut qu'il y ait peu de valeurs qui s'éloignent trop de la masse de données. Dans notre analyse nous avons fixé un seuil de 5% c'est-à-dire l'existence de valeurs hors norme ne doit pas dépasser 5% des observations.

Normalité de la distribution

L'Anova exige une normalité de la distribution. Nous avons ainsi procédé à des tests de normalité avec une tolérance de 0,0001. La normalité des distributions a été testée en utilisant le test de Levéne.

Homogénéité des variances

L'homogénéité des variances implique que toutes les variables des groupes doivent être similaires. Dans chaque groupe, nous avons effectué une analyse de variance sur les écarts absolus entre les valeurs observées de la variable dépendante Y et la moyenne de ces valeurs dans le groupe construit sur la variable X. Le test vérifie que la variance de chacun des groupes est égale. Si la p-valeur est $> 0,05$, on accepte l'hypothèse d'homogénéité.

Les comparaisons multiples par paires

Mais bien que l'ANOVA aide à analyser les différences de moyennes, sa limite réside dans le fait qu'il ne donne pas d'éléments sur quels groupes sont différents les uns des autres. Pour cela, nous avons effectué des tests post hoc.

Le test post hoc ou test de comparaisons multiples est une procédure qui permet de déterminer les différences significatives entre les moyennes d'un groupe témoin et les moyennes des autres groupes. Ainsi le test de Tukey a été utilisé dans cette analyse. Le test de Tukey HSD (honestly significantly different) permet d'effectuer une comparaison multiple pour toutes les différences deux à deux entre les moyennes en une seule étape. Il a été appliqué à l'ensemble des couples de différences possibles. Nous avons utilisé le risque de 5% pour contrôler le taux d'erreur.

Nous avons également procédé à une comparaison à témoin en appliquant le test de Dunnett. Il consiste à comparer toutes les modalités du facteur à une modalité de contrôle aussi appelé modalité témoin. Ainsi tous les groupes ont été comparés deux à deux pour détecter ceux qui présentent une différence significative entre eux.

2.3. Le test de Kruskal Wallis pour pallier à l'absence d'hétérogénéité des résidus

Dans des situations de rejet des hypothèses de normalité et(ou) d'homogénéité des résidus, nous avons procédé au test de Kruskal Wallis. Aussi appelé Anova non paramétrique, le test de Kruskal Wallis est une alternative à l'Anova dans le cas où l'hypothèse de normalité n'est pas acceptée. C'est un test non paramétrique utilisé pour tester si des échantillons trouvent leur origine dans la même distribution. Il ne suppose pas une distribution normale des résidus. Etant donné que nous avons parmi nos groupes des petits échantillons ($N < 30$), nous avons opté la méthode de calcul exacte de la P-value étant donné qu'elle est moins sensible aux petits échantillons. Si la P-value est inférieure à seuil alpha de 0,005, on doit rejeter l'hypothèse H_0 . Cela suppose qu'au moins un échantillon (ou groupe) est différent d'un autre autrement dit un échantillon domine stochastiquement sur un autre échantillon. Mais, tout comme l'Anova, il n'identifie pas les groupes différents.

Pour identifier les échantillons responsables du rejet de l'hypothèse nulle, nous avons utilisé une procédure de comparaison multiples. Pour notre analyse, la méthode de comparaison multiple de Dunn a été utilisée. Cette méthode propose une comparaison des moyennes des

rangs, en utilisant une distribution normale asymptotique pour la différence standardisée de la moyenne des rangs. Elle permet de déterminer les différences significatives entre la moyenne d'un groupe témoin et les moyennes des autres groupes de traitement.

Toutes les variables relatives aux différents capitaux, au système de production et à la structure des revenus dont nous disposons ont été soumises aux tests Anova et pour celles dont les résidus sont supposés hétérogènes, le test non paramétrique de Kruskal Wallis a été appliqué. Les variables qui sont présentées dans ce chapitre sont celles qui sont significatives. Elles ont été testées et soumises aux différents test et exigences présentés ci-dessus. Toutes les analyses ont été effectuées avec le logiciel xlstat.

3. Les facteurs explicatifs de la différenciation des revenus

Dans mon processus d'exploration des données, je suis allée chercher les variables explicatives de la différenciation des revenus. J'ai questionné des variables liées aux 5 capitaux des moyens d'existence, aux choix et stratégies agricoles, à la structure des revenus, en regardant les moyennes et les coefficients de variation. Pour les variables présentées ci-dessous, les moyennes sont différentes mais certaines de ces variables présentent des coefficients de variation très élevés, donc pas assez suffisant pour discriminer. J'ai effectué à la suite des tests de significativité, et les variables présentées ici sont ceux qui sont ressortis significatifs.

Dans cette section, je présente les variables des différents types de capitaux statistiquement significatifs expliquant la différenciation des revenus entre les différentes classes de pauvreté.

3.1. Analyse à travers les différents types de capitaux

Dans le cadre des moyens d'existences, la dotation des ménages en ressources est caractérisée sous forme de 5 types de capitaux que sont : le capital naturel, humain, physique, le capital financier et social. L'analyse à travers les différents types de capitaux a ciblé toutes les variables relatives aux cinq capitaux des moyens d'existences (naturel, humain, physique, financier, social). Dans un premier temps, nous avons observé les moyennes et les coefficients de variation. Nous avons effectué des Boxplots de toutes ces variables et nous avons choisi les

variables pour lesquelles les différences de moyennes étaient visuellement perceptibles représentées sur la figure 31. Les croix en rouge représentent les moyennes.

De ces 5 groupes de capitaux, 4 groupes sont représentés, et seul, les variables liées au capital physique sont celles qui ne sont pas ressorties significatives.

Le tableau 14 présente les moyennes des différentes variables choisies pour les différents capitaux. Les valeurs entre parenthèses représentent les coefficients de variation.

Tableau 14 : Distributions moyennes des variables liées aux capitaux (les valeurs entre parenthèses représentent les coefficients de variation)

Capitaux	Variables	Forte vulnérabilité (TVIE)	Vulnérabilité modérée (MVIE)	Peu vulnérable (PVIE)	Moyenne échantillon
Capital naturel	Surface irriguée par actif (ha)	0,17 (0,8)	0,19 (0,6)	0,40 (0,6)	0,21 (0,8)
Capital humain	Nbre d'actifs	5,8 (0,3)	4,5 (0,4)	3,5 (0,4)	5
	Taille du ménage	10,6 (0,3)	9,3 (0,4)	9,2 (0,4)	10,2
	Ratio de dépendance ²¹	1,09 (1,1)	1,30 (0,8)	1,3 (0,9)	1,2
Capital financier	Cheptel total	7,7 (1,2)	16,11 (2,1)	13 (1,2)	8,6
Capital social	Superficie en faire valoir indirect	0,20 (1,3)	0,16 (1,2)	0,4 (1,1)	0,22 (1,3)

²¹ Le ratio de dépendance est le rapport entre le nombre de personnes inactives (enfants, personnes âgées) sur le nombre de personnes actives.

Une première analyse visuelle nous montre une surface par actif relativement faible pour la classe TVIE, qui a également la taille des ménages la plus importante. On observe que la classe PVIE possède plus de dépendants²² que les autres et que les TVIE ont moins de cheptel.

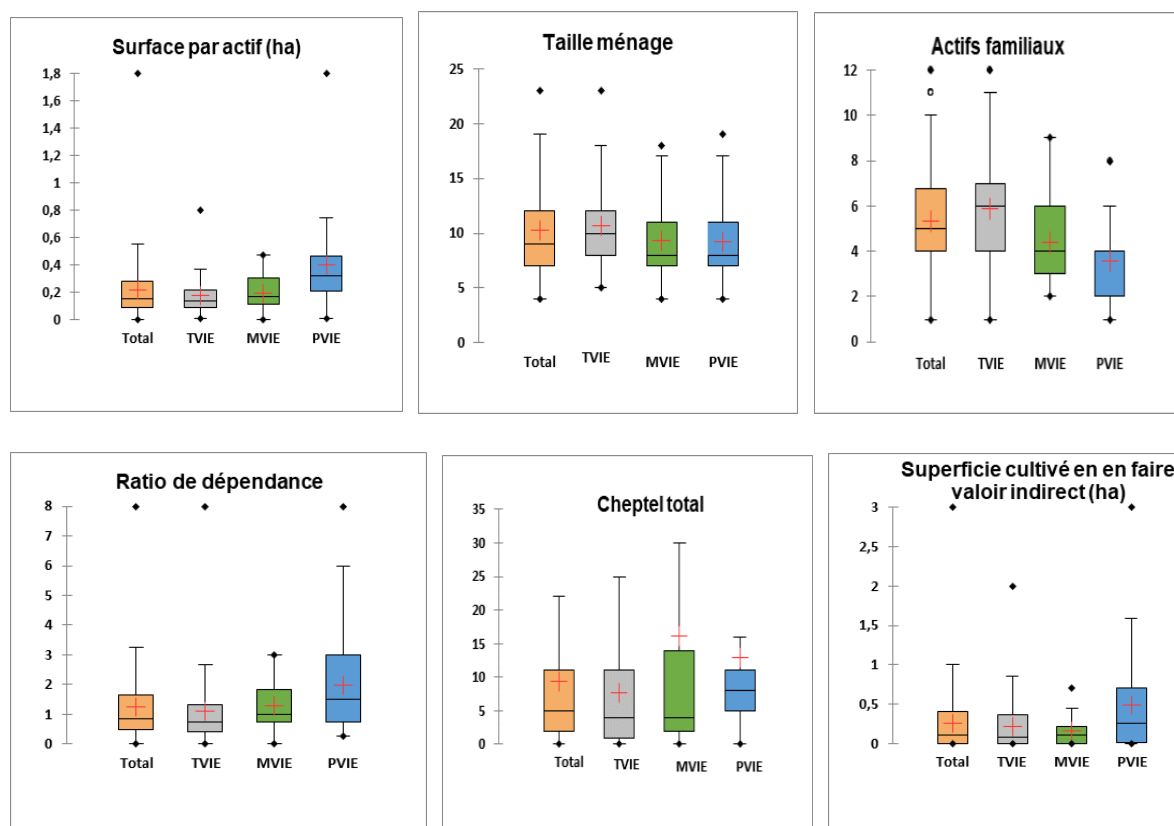


Figure 31 : Box plot des variables utilisées pour l'analyse des capitaux. Les croix rouges représentent les moyennes pour chaque classe

L'analyse montre des coefficients de variation élevés pour l'essentiel des variables. Ceci reflète une importante hétérogénéité des valeurs à l'intérieur des différents groupes.

Pour plus de fiabilité sur nos comparaisons, nous avons effectué des test Anova sur ces variables et toutes ont présenté une significativité (seuil de 5 % ($P < 0,05$)). Mais pour certaines variables, l'hypothèse de normalité des résidus n'a pas été respecté, ainsi pour ces variables, le test de Kruskal Wallis a été appliqué. Les résultats de notre analyse (Anova et Kruskal Wallis) montrent différentes variables des moyens d'existences des ménages qui (Tableau 15) expliquent la différenciation des revenus des ménages.

²² Les dépendants sont calculés ici en soustrayant le nombre d'actifs à la taille du ménage

Tableau 15 : Variables des différents capitaux présentant une significativité pour les tests Anova et Kruskal Wallis

Capitaux	Variables	Forte vulnérabilité (TVIE)	Vulnérabilité modérée (MVIE)	Peu vulnérable (PVIE)	Moyenne échantillon	Pr > F(Modèle)
Capital naturel	Surface par actif (ha)	0,17 b	0,18 b	0,40 a	0,21	0,000** ¹
Capital humain	Nbre d'actifs	5,8 a	4,5 ab	3,5 b	5	<0,001 ²
	Taille du ménage	10,6 a	9,3 ab	9,2 b	10,2	0,0016** ²
	Ratio de dépendance	1,09 b	1,30 ab	1,3 a	1,2	0,001** ²
Capital financier	Cheptel total	7,7 b	16,11 a	13 a	8,6	0,02** ²
Capital social	Superficie en faire valoir indirect	0,21b	0,17b	0,48 a	0,25	0,036* ¹

L'ANOVA et/ou le test de Kruskal Wallis montrent que les différences de revenu net par agriculteur entre les cinq sous-groupes sont significatives au seuil de 5 % ($P < 0,05$). Signification : * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$. ¹ Anova ² Kruskal Wallis

Pour chaque ligne, les moyennes suivies d'une lettre commune indiquent qu'entre ces groupes les différences ne sont pas significatives.

3.1.1. Le capital naturel

Dans le cadre des moyens d'existence, le capital naturel fait référence aux réserves de ressources naturelles, les flux et les services tels que la terre, l'eau, la biodiversité. Dans notre analyse, ce capital est évalué notamment par les ressources en terres disponibles et utilisables par le ménage.

Les résultats montrent que la superficie moyenne par actif est statistiquement significative. Le modèle de comparaison post hoc effectué a montré que la classe PVIE se différencie fortement des 2 autres groupes. Les FVIE et les MVIE ont pratiquement les mêmes superficies par actif (0,17ha et 0,18ha) relativement faibles par rapport à la moyenne de l'échantillon (0,21 ha) alors que les PVE ont des superficies par actif deux fois supérieures (0,40 ha). C'est bien ce que confirme les tests statistiques : il n'y a pas de différence significative entre les moyennes des FVIE et des MVIE, par contre la différence est significative pour les PVIE.

L'analyse du capital naturel des classes suggère ainsi que les inégalités de revenus monétaires sont corrélées aux inégalités de dotation en terre, et les plus pauvres ont tendance à avoir des superficies par actifs plus faibles, leur offrant très peu d'opportunités pour pratiquer des cultures diverses. Nos résultats se trouvent dans la même lignée que les résultats issus des travaux de (Jayne et al., 2003), qui questionnent le lien entre le revenu des ménages et la distribution des terres en Afrique. Leurs travaux menés dans 5 pays d'Afrique montrent que les ménages avec de petites exploitations sont plus susceptibles de se retrouver au bas de la répartition des revenus. Cela suggère que la capacité des ménages à échapper à l'insécurité économique est fortement limitée par l'accès à la terre qui est un frein à la productivité et à la capacité de diversifier les cultures. Les travaux de (Tapsoba et al., 2018) montrent également que dans le périmètre irrigué de Bagré, la faiblesse des terres sous contrôle des ménages est parmi les mécanismes à l'œuvre de la vulnérabilité économique et alimentaire des ménages. Les travaux de (Bélières et al., 2011b), vont également dans le même sens et ont montré que sur l'office du Niger, la pauvreté est déterminée par un accès limité au foncier.

3.1.2. Le capital humain

Le capital humain désigne l'ensemble des ressources humaines du ménage. Plusieurs variables ont été sélectionnées pour caractériser le capital humain. Nous avons questionné notamment la taille du ménage, le nombre d'actifs, le nombre de dépendants... toutes ces variables ont été testées et celles qui apparaissent significatives correspondent au nombre d'actifs, la taille du ménage et le ratio de dépendance. Le ratio de dépendance correspond au rapport entre le nombre d'individus supposé dépendre des autres pour le revenu économique (enfants et personnes âgées ou malades).

En effet, si le nombre des actifs détermine la possibilité pour le ménage de pouvoir se diversifier sur d'autres activités que l'agriculture et l'élevage, puisque l'accès à la terre est contraint, cela suppose l'existence d'opportunités d'emplois extra-agricoles. En son absence, on se trouve dans une situation de sous-emploi : il y a trop d'actifs pour la surface à cultiver. Plus d'actifs signifie alors simplement plus de bouches à nourrir.

Le nombre d'actifs est plus important pour la classe TVIE (5,8) et celle MVIE (4,5) alors qu'elle est plus faible pour la classe PVIE (3,5). La taille du ménage est également plus importante pour la classe TVIE et à contrario, les classes MVIE et PVIE comptent également le plus de dépendants comme l'atteste leurs ratios de dépendance les plus élevés de 1,3 dépendants par actif contre 1,09 dépendant pour la classe PVIE. D'après mes impressions de terrain, ceci pourrait s'expliquer aussi par le fait que les ménages des classes PVIE et MVIE prennent autant de dépendants que possible pour exécuter les petites activités agricoles qui nécessitent peu de force de travail mais peuvent mobiliser du temps de travail. Ceci permet aux actifs de libérer du temps de travail et de se diversifier en s'adonnant à d'autres activités économiques.

On voit ainsi le seul fait de posséder beaucoup d'actifs familiaux n'est pas suffisant pour assurer des moyens d'existence décents et sûrs. Ce n'est évidemment que si les ressources nécessaires et en particulier, les terres et les possibilités d'accéder à des emplois extra agricoles sont suffisants pour permettre à chaque actif d'être productif dans l'agriculture ou ailleurs que les ménages sont à même de garantir leur sécurité économique.

3.1.3. Le capital financier

Le capital financier désigne la disponibilité d'argent ou de ses équivalents. Ceci recouvre les stocks disponibles d'espèces (cash nécessaire à la mise en culture, épargne) ou des épargnes matérielles telles que le bétail ou des objets de valeurs (bijoux.). La difficulté à obtenir des données fiables tant sur l'épargne du ménage que sur le fond de roulement nous a conduit à considérer uniquement les dotations en cheptel. Nous évaluons le capital financier ici par les dotations en cheptel du ménage qui constituent en milieu rural une forme d'épargne du ménage.

Les résultats de l'Anova à un facteur montrent que l'influence des dotations en cheptel est statistiquement significative entre les classes de revenus. Cela suggère que les ménages qui

possèdent plus de bétail sont plus susceptibles d'augmenter leur revenu par rapport aux autres ménages qui n'en possèdent pas ou qui en possèdent peu. La classe PVIE (13) se différencie fortement de celle TVIE (7,7) du fait que leurs dotations en cheptel est deux fois plus élevée. En cas de besoin immédiat de cash pour investir sur de nouvelles activités ou pour faire face à une difficulté, la possibilité de vendre du bétail peut être une alternative rapide et efficace pour les ménages. Ceci est cohérent avec les travaux de (Panthi et al., 2016), qui rapportent que l'intégration de l'élevage avec l'agriculture réduirait la vulnérabilité des agriculteurs car elle permet de faire face aux aléas de la production agricole. Ainsi les ménages de la classe FVIE, du fait de leurs faibles revenus sont en incapacité d'agrandir leurs troupeaux et sont obligés de compter sur une agriculture de subsistance ou sur des activités non agricoles peu rentables.

3.1.4. Le capital social

Malgré l'absence de consensus sur une définition précise, le terme « capital social » est largement accepté et utilisé comme un concept multidimensionnel (Tiwari et al., 2019). Le capital social augmente les chances d'accéder à différents types de soutien social en cas de besoin (Pendley et al., 2020)

Dans notre analyse, les variables liées au nombre de personnes dans le ménage appartenant à des organisations paysannes (type Gie de production), à des organisations sociales (associations) ainsi que le nombre de parcelles ou superficies cultivées en faire valoir indirect sont considérés comme reflétant le capital social du ménage. Parmi ces variables, celle liée à la superficie cultivée en faire valoir indirect est celle qui est significative. Nous considérons qu'accéder à d'autres terres pour cultiver est un indicateur du réseau social du ménage. Cela reflète la capacité du ménage à avoir un réseau social lui permettant de pouvoir solliciter d'autres personnes pour mobiliser d'autres parcelles agricoles en dehors de celles qu'il possède. L'analyse montre qu'il existe une différence statistiquement significative entre les moyennes des classes de vulnérabilité économique. La moyenne de l'échantillon étant de 0,25ha, les ménages PVIE ont une superficie cultivée en faire valoir indirect relativement importante (0,45) et se différencient des deux autres groupes que sont les TVIE (0,21) et celui des MVIE (0,17). Les ménages les plus aisés se différencient du fait de leur superficie cultivée en faire valoir indirect (FVI) plus importante.

Plusieurs études récentes ont montré que l'augmentation de la taille des exploitations familiales en louant des terres agricoles (rent -in) à d'autres peut améliorer la productivité du travail agricole et les revenus (Kyima et Tabendado 2020 ; Han et al 2021). L'analyse des différents capitaux montrent qu'ils sont assez structurants pour expliquer les différences de vulnérabilité économique des ménages. Excepté le capital physique, tous les types de capitaux sont représentés et montrent que les ressources dont disposent les ménages participent à expliquer la différenciation des ménages dans leurs revenus.

3.2. Analyse de l'influence du système de production

L'agriculture étant l'activité économique dominante et la première source de revenus (cf. analyse de la structure des revenus) de la majorité des ménages, nous faisons un focus sur les éléments dans l'agriculture pouvant expliquer la différenciation des revenus des ménages.

Une première analyse a porté sur l'analyse de la distribution à travers des box plots (Figure 32) et une détermination du coefficient de variation. La représentation graphique des données montre des différences entre certaines variables. Les individus de la classe MVIE se démarquent en moyenne par le rendement de l'oignon et le prix de vente au kilo de l'oignon les plus importants. Les individus de la classe PVIE, se démarquent en moyenne par la superficie, le nombre de parcelles, le revenu et la productivité de l'oignon et le revenu du riz de CSC les plus importantes.

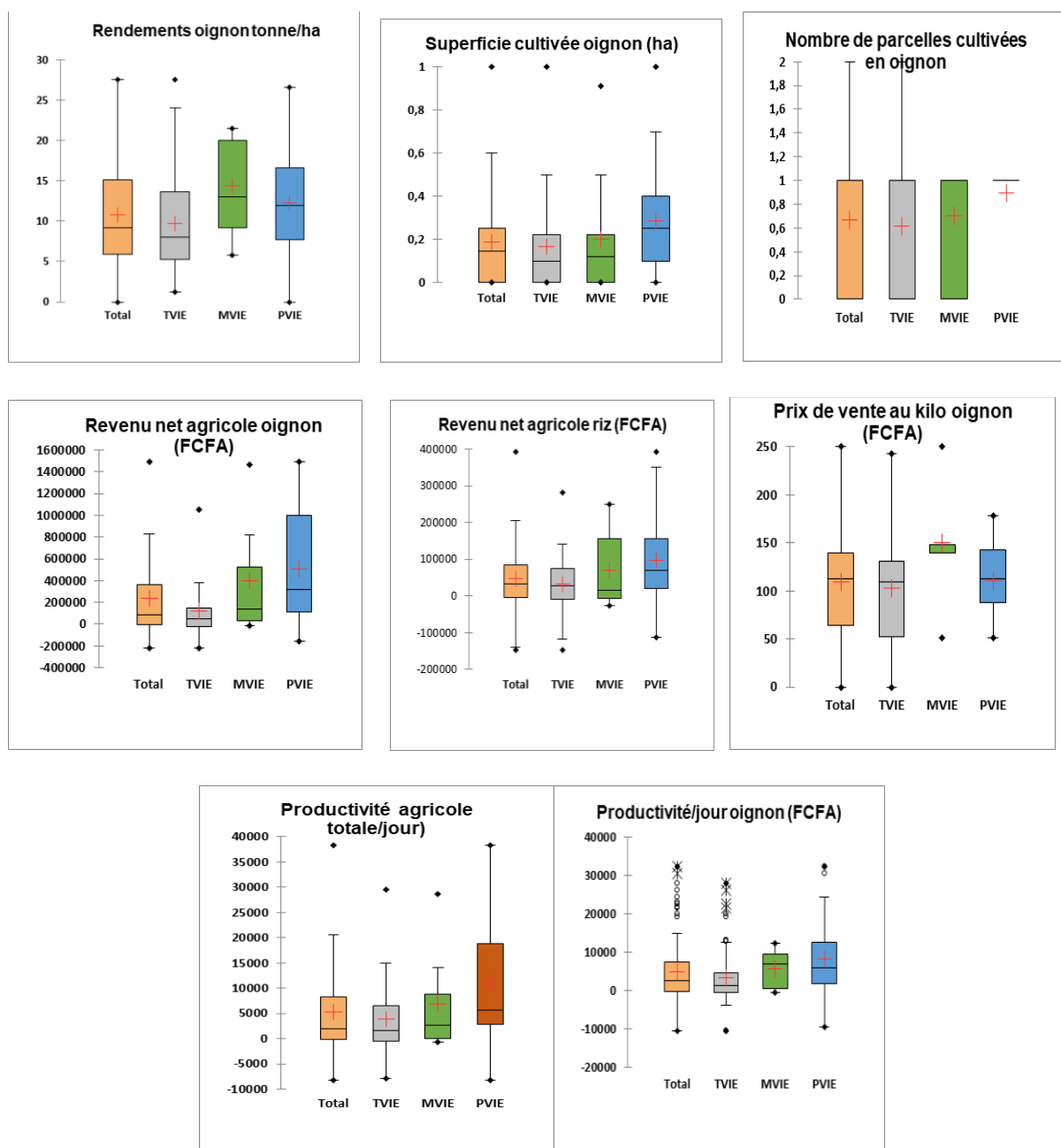


Figure 32 : : Box plot des variables utilisées pour l'analyse du système de production. Les croix rouges représentent les moyennes pour chaque classe

L'analyse des coefficients de variation présentée dans le Tableau 16 montre une certaine hétérogénéité au sein des groupes avec des coefficients de variations assez élevés.

Tableau 16 : Distributions moyennes des variables liées au système de production (les valeurs entre parenthèses représentent les coefficients de variation)

		Forte vulnérabilité	Vulnérabilité modérée	Peu vulnérable	Moyenne échantillon
Oignon	Superficie (ha)	0,161 (1,2)	0,213 (1,6)	0,287 (1,1)	0,189 (1,4)
	Nbre parcelles oignons	0,606 (0,8)	0,750 (0,6)	0,897 (0,6)	0,6
	Rendement / Tonne/ha	9,7 (0,5)	14,3 (0,3)	12,2 (0,6)	10,7 (0,5)
Productivité	Revenu agricole de l'oignon	118743 (2)	401996 (1,2)	506701 (0,9)	235697 (1,6)
	Prix de vente au kilo oignon	102,726 (0,5)	150,386 (0,3)	110,660 (0,3)	109 (0,4)
	Revenu agricole du Riz de CSC	32449 (2,5)	68392 (1,4)	97365 (1,2)	47100 (2)
	Productivité oignon /jour	3496 (1,9)	5787 (1,1)	8393 (0,9)	4845 (1,5)
	Productivité agricole totale/jour	3880 (1,7)	6816 (1,1)	10974 (1,3)	5280 (1,6)

Nous avons appliqué des test Anova pour déterminer s'il existe une différence significative entre les moyennes des différents groupes, et pour les variables où l'hypothèse de la normalité des résidus n'a pas été validé, le test de Kruskal Wallis a été appliqué. Toutes ces variables liées au système de production présentés ci-dessus (Tableau 17) présentent une différence significative entre les moyennes des groupes.

Les résultats des analyses montrent que la différenciation des revenus s'explique par des stratégies agricoles différentes que les différents groupes choisissent de mettre en place, en fonction des ressources auxquelles ils accèdent.

Tableau 17 : Variables du système de production agricole présentant une significativité pour les tests Anova et Kruskal Wallis

		Forte vulnérabilité	Vulnérabilité modérée	Peu vulnérable	Moyenne de l'échantillon	Pr > F(Modèle)
Oignon	Superficie (ha)	0,161 b	0,213 ab	0,287 a	0,189	0,015* ₂
	Nbre parcelles oignons	0,606 b	0,750 ab	0,897 a	0,6	0,045* ₂
	Rendement /Tonne/ha	9,7 a	14,3 b	12,2 ab	10,7	0,015*
Productivité	Revenu agricole de l'oignon	118743 b	401996a	506701a	235697	0,000* * ₁
	Prix de vente au kilo	102,726 b	150,386 a	110,660 ab	109	0,04* ₂
	Revenu agricole du Riz de CSC	32449	68392	97365	47100	0,04* ₂
	Productivité oignon /jour	3496 b	5787 ab	8393 a	4845	0,004* * ₂
	Productivité agricole totale/jour	3880	6816ab	10974a	5280	0,002 ¹

L'ANOVA et/ou le test de Kruskal Wallis montre que les différences de revenu net par agriculteur entre les cinq sous-groupes sont significatives au seuil de 5 % ($P < 0,05$). Signification : * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$. ¹ Anova ² Kruskal Wallis

Pour chaque ligne, les moyennes suivies d'une lettre commune indiquent qu'entre ces groupes les différences ne sont pas significatives.

3.2.1. Une stratégie de diversification à propos de la culture de l'oignon

Les résultats montrent une significativité statistique de plusieurs variables liées à l'oignon. D'abord la superficie cultivée en oignon est statistiquement significative dans la distribution des classes de revenus des ménages et croit avec le niveau de revenu. Pour les TVIE, cette

superficie est de 0,17ha, et est de 0,21 ha pour les MVIE, alors que pour les PVIE, cette superficie est de 0,28ha.

Les tests Anova et de Kruskal Wallis effectués montrent également que le nombre de parcelles cultivées en oignon est significatif dans la répartition des revenus des ménages. Plus le nombre de parcelles cultivé en oignon augmente, moins la classe est vulnérable à l'insécurité économique. Cette stratégie de multiplication des parcelles d'oignon est assez courante chez les populations rurales (Loison, 2015) et vise à lisser le risque entre l'ensemble des parcelles. Elle permet ainsi de minimiser les risques.

Le PVIE oriente ses stratégies en multipliant les parcelles d'oignon.

Majoritairement cultivé dans les périmètres irrigués privés (PIP) et les périmètres irrigués villageois (PIV), la culture de l'oignon est contrainte par son mode d'accès au crédit institutionnel très limité. Sa culture nécessite une capacité d'autofinancement assez importante (650.000 FCFA/ha), très souvent envisageables uniquement pour les ménages aisés, qui peuvent ainsi multiplier le nombre de parcelles. Les financements proviennent souvent des revenus tirés des campagnes précédentes ou des revenus extra agricoles.

Les travaux de Benz et Dia (1999) montrent que l'itinéraire technique de l'oignon, comparé à d'autres cultures de rente comme la tomate, est beaucoup plus simple et les risques agronomiques moins élevés permettant des rendements plus stables si les conditions (intrants, calendrier) sont appliquées. Cependant notre analyse des rendements de culture de l'oignon ne suit pas la même dynamique. Alors que les superficies et le nombre de parcelles cultivées en oignon sont plus importantes pour la classe PVIE, l'analyse montre que les rendements en tonne/ha sont plus importants pour la classe MVIE avec 14,3tonnes à l'hectare alors qu'il est de 12,2 t/ha pour les PVIE et de 9,7t/ha pour les FVIE. Ce sont surtout les prix qui font le plus la différence et les MVIE obtiennent en effet un prix beaucoup plus élevé.

3.2.2. L'oignon tire vers le haut le revenu agricole, le riz de CSC le stabilise

L'analyse des revenus agricoles montre une différence significative de deux spéculations. Il s'agit de l'oignon et du riz de CSC (Tableau 18). Si on compare les revenus des exploitations on peut clairement voir que le revenu net moyen de l'oignon est 5 fois supérieur à celui du riz de CSC. Ceci donne une idée de la part importante du revenu de l'oignon et à quel point il contribue dans le revenu des ménages les moins en insécurité économique.

Tableau 18 : Variables significatives pour les revenus agricoles nets des différentes productions

	Forte vulnérabilité	Vulnérabilité modérée	Peu vulnérable	Moyenne échantillon	Pr > F(Modèle)
Revenu agricole de l'oignon en FCFA	118743 b	401996a	506701a	235697	0,04* ²
Prix de vente au kilo de l'oignon en FCFA	102,726 b	110,660 ab	150,386 a	109	0,04* ²
Revenu agricole du Riz de CSC en FCFA	32449 b	68392 ab	97365 a	47100	0,04* ²

L'ANOVA et/ou le test de Kruskal Wallis montrent que les différences de revenu net par agriculteur entre les cinq sous-groupes sont significatives au seuil de 5 % ($P < 0,05$). Signification : * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$. ¹ Anova ² Kruskal Wallis

Pour chaque ligne, les moyennes suivies d'une lettre commune indiquent qu'entre ces groupes les différences ne sont pas significatives.

La contrainte majeure de l'oignon réside dans la difficulté de la commercialisation et la forte variabilité des prix du fait qu'il n'existe pas de filière chargée d'organiser et de réglementer le marché de l'oignon. L'oignon est produit au même moment et pour une période très courte ce qui fait que le marché est rapidement saturé. Les acheteurs spéculent sur le produit et l'absence de structures de conservations et de transformation oblige les producteurs à vendre, même si les prix sont bas, pour ne pas courir le risque de voir leurs cultures pourrir.

Les ménages moyennement vulnérables à l'insécurité économique ont réussi à tirer un meilleur prix de vente au kilo (150 FCFA) de l'oignon que les ménages des classes FVE (102 FCFA) et PVE (110 FCFA). Ceci peut s'expliquer par le fait qu'ils ont réussi à vendre leurs oignons précocement, avant la baisse des prix. L'objectif est ainsi de semer et de récolter le plus précocement possible la production. Chez certains producteurs, cette stratégie amène à ne pas attendre la maturité complète des bulbes et à négliger le séchage sur la parcelle (Legoupi et al., 1999).

Le prix de vente de l'oignon contribue positivement au revenu de la classe MVIE. Les stratégies des MVIE résident dans leur organisation de la production de l'oignon.

Les tests statistiques effectués montrent que le revenu agricole du riz de contre saison chaude explique les écarts de revenus entre les TVIE et les PVIE. Rappelons que la reconstitution des revenus inclue l'autoconsommation du ménage. Céréale de base pour l'alimentation des ménages, le riz est majoritairement destiné à l'autoconsommation du ménage. Les PVIE qui affichent les revenus agricoles en riz de CSC les plus importants cherchent plutôt à satisfaire les besoins du ménage. Le riz permet au ménage de maximiser les stocks en céréales et pouvoir se consacrer aux autres campagnes en cultivant d'autres spéculations de rente ou s'adonner à d'autres activités extra agricoles pour accroître le niveau de vie du ménage. Les revenus plus importants en riz de CSC pour les PVIE s'expliquent par le fait que la possibilité d'exploiter des superficies plus importantes de riz notamment dans la cuvette est conditionnée par l'accès au crédit permettant de financer les intrants nécessaires à la production. L'accès au crédit étant lui-même fonction de la capacité de remboursement du ménage, favorise plus les ménages les plus aisés.

Même s'il n'est pas rentable comparé à l'oignon par exemple, les choix stratégiques à propos du riz de saison chaude s'expliquent aussi par d'autres contraintes. Un des objectifs de la mise en place de l'irrigation était de favoriser une double culture de riz de saison chaude et de riz de saison hivernale. Mais cette configuration est beaucoup moins fréquente et les agriculteurs ont tendance à privilégier la campagne de saison chaude. Ceci s'explique par le fait que les risques parasitaires liés aux insectes sont plus élevés en hivernage du fait de la forte humidité en août et septembre, et sur les conséquences du choix du couple variété et date de semis. En effet, en saison chaude, un semis précoce se heurte aux faibles températures qui ralentissent la croissance en début de cycle, alors qu'un semis tardif (intersaison) ou le choix d'une variété relativement tardive empêche la succession par une culture d'hivernage, et présente le risque d'une récolte sous la pluie. De plus, les températures élevées en mai-juin provoquent une stérilité des épillets lorsqu'elles coïncident avec la méiose (Dingkuhn et al., 1995; Poussin et al., 2003; Manikowski and Strapasson, 2016).

La riziculture irriguée de contre saison chaude permet aux ménages de minimiser les risques de la production agricole en se tournant vers l'autoconsommation avec une stratégie d'autosuffisance alimentaire, où l'on cherche à maximiser les stocks de riz. Cette stratégie différencie les groupes de ménages peu et très vulnérables à l'insécurité économique

3.2.3. L'analyse de la productivité du travail

La productivité est un indicateur de mesure de la performance économique d'une exploitation agricole, le rapport entre une production et les ressources mises en place pour l'obtenir. La productivité mesure le degré de contribution d'un ou de plusieurs facteurs de production à la variation du résultat final dégagé par un processus de transformation (Strauss, 1986).

Dans notre analyse, la productivité du travail familial pour chaque spéculation a été calculée en FCFA/ jour de travail. Elle correspond à la rémunération journalière de la main d'œuvre mobilisée pour une spéculation donnée. Elle est le rapport entre :

$$\frac{\text{Revenu net agricole de la production (en CFA)}}{\text{Temps de travail (en jours)}^{23}}$$

L'analyse de la productivité (Tableau 19) montre une significativité de la productivité de l'oignon et une significativité de la productivité totale du travail agricole pour les différentes classes.

Tableau 19 : Variables significatives pour la productivité agricole par jour de travail

	Forte vulnérabilité	Vulnérabilité modérée	Peu vulnérable	Moyenne de l'échantillon	Pr > F(Modèle)
Productivité oignon /jour en FCFA	3496 b	5787 ab	8393 a	4845	0,004* ²
Productivité agricole totale/jour en FCFA	3880b	6816ab	10974a	5280	0,002 ¹

L'ANOVA et/ou le test de Kruskal Wallis montre que les différences de revenu net par agriculteur entre les cinq sous-groupes sont significatives au seuil de 5 % ($P < 0,05$). Signification : * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$. ¹ Anova ² Kruskal Wallis

Pour chaque ligne, les moyennes suivies d'une lettre commune indiquent qu'entre ces groupes les différences ne sont pas significatives.

²³ Du fait de la difficulté pour les enquêtes d'évaluer le temps de travail pour les différentes cultures, nous avons repris les données du temps de travail moyen issus d'une analyse technico économique des systèmes de production de la zone d'étude (Jestin 2021) voir annexe 13

Les résultats soutiennent que la productivité de l'oignon est significative avec la classe PVIE qui se différencie du fait de sa productivité plus importante. Ceci est cohérent avec sa superficie et le nombre de ses parcelles plus importantes (Tableau 17).

Les résultats de l'Anova et de Kruskal montrent que la productivité agricole totale est statistiquement significative avec une productivité agricole de la classe PVIE, (10974 FCFA) 3 fois supérieure à celle de la classe TVIE (3880 FCFA). Ces résultats sont cohérents quant à la répartition des superficies cultivées, des rendements, des revenus agricoles tels qu'ils ont été analysés dans les précédentes sections. La classe TVIE enregistre les plus faibles productivités. La classe TVIE, classe la moins aisée, diffère significativement des autres classes les plus en sécurité du fait du nombre de parcelles en maraichage notamment en oignon (cf. tableau 20) qu'ils choisissent, ou qu'ils ont l'opportunité de cultiver et qui dépend de la capacité à financer les coûts de productions assez élevés et la capacité à trouver des circuits de commercialisation leur permettant d'écouler la production à un prix avantageux.

3.2.4. Focus sur la contribution des différentes cultures dans la sécurité ou l'insécurité économique des ménages

Du fait de la complexité des classes de vulnérabilité, mais aussi de l'importance des activités agricoles dans les revenus, nous avons décidé de faire un focus sur le rôle des différentes spéculations dans le revenu agricole du ménage pour comprendre celles qui participent à augmenter la vulnérabilité à l'insécurité économique et celles qui soutiennent le revenu du ménage.

L'intérêt de regarder la contribution des différentes cultures à la sécurité ou à l'insécurité économique est de pouvoir analyser leur influence dans la vulnérabilité à l'insécurité économique du ménage. Nous avons repris ici la même logique de regroupement des ménages en classes de vulnérabilité à l'insécurité économiques. Pour chaque activité agricole et chaque ménage nous avons calculé la productivité du travail en calculant le revenu net associé à la production/nombre de jours travaillés.

Nous avons considéré les salariés permanents et pauvres, à la limite de la survie sont prêts à travailler 300 jours de l'année en prenant en compte les jours de fêtes et un jour de repos par semaine. Et les salariés agricoles les moins pauvres travaillaient en moyenne 200 jours.

Ensuite, nous avons simplement transposé nos seuils de revenus par actif en prix de la journée de travail. En considérant que les ménages « très vulnérables à l'insécurité économique » sont prêt à travailler 361 jours pour assurer leur survie et en conservant le seuil de rémunération annuelle à 260000 CFA, nous trouvons que les activités qui rapportent moins de 720 CFA par jour de travail familial ($260000 : 361$) contribuent fortement à l'insécurité économique du ménage. On suppose que les ménages « peu vulnérables à l'insécurité économique » ne sont prêt à travailler que 200 jours, ce qui donne, en conservant le seuil de rémunération annuelle de 360000 CFA, que les activités rapportant plus de 1800 CFA par jour de travail familial ($360000 : 200$) contribuent à la sécurité économique du ménage.

3 groupes de spéculation sont ainsi définis selon leur contribution à la vulnérabilité à l'insécurité économique du ménage²⁴ :

- ✚ Forte : si la productivité du travail pour cette spéculation est inférieure à 720 CFA, on considère que cette spéculation a une forte contribution à la vulnérabilité à l'insécurité économique.
- ✚ Modérée : si la productivité du travail pour cette spéculation se situe entre 720 CFA et 1800 CFA, on considère qu'elle a une contribution modérée à la vulnérabilité à l'insécurité économique.
- ✚ Faible : si la production du travail pour cette spéculation est supérieure à 1800 FCFA, on considère qu'elle contribue faiblement à la vulnérabilité à l'insécurité économique.

Pour les figures qui suivent, nous avons regardé pour toutes les spéculations cultivées par les ménages, la productivité par jour de travail de la spéculation. Ensuite nous avons attribué le titre de forte, modérée, ou faible selon le niveau auquel la spéculation participe à l'insécurité du ménage.

La figure 33 montre la répartition des niveaux (forte, modérée, faible) de contributions des cultures à l'insécurité économique des ménages par classe de revenu.

²⁴ Toutes les cultures selon leur contribution à la vulnérabilité économique du ménage sont détaillées en annexe 14

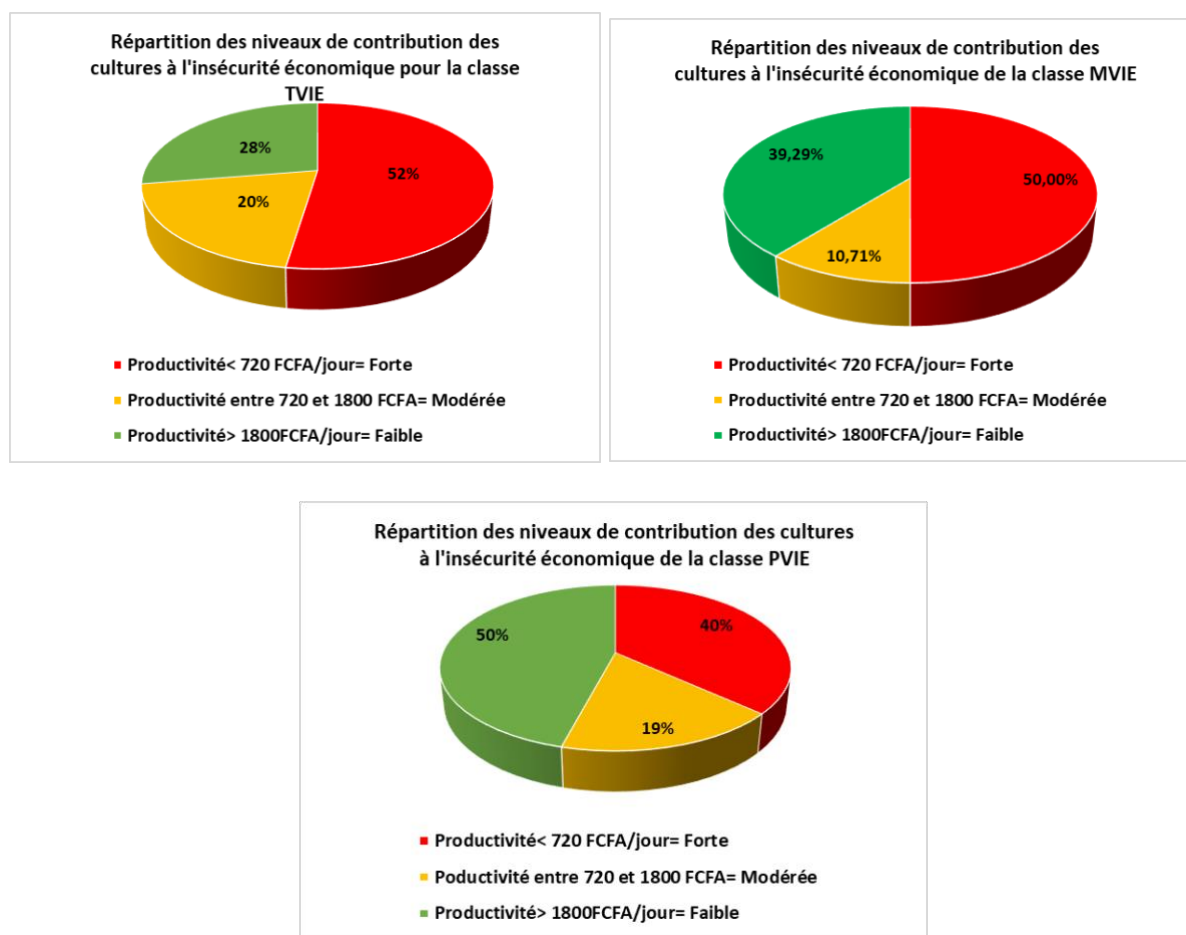


Figure 33 : Répartition des niveaux de contribution des cultures à l'insécurité économique par classe de revenu. Test de Khi2 effectué : $P < 0,029$

Pour les TVIE, on observe que plus de 50% des spéculations contribuent fortement à l'insécurité économique. Autrement dit, pour 50% des produits cultivés, le travail agricole par jour donne une rémunération inférieure à 720 FCFA par jour. Seul 28% des spéculations contribuent faiblement à l'insécurité économique (soit 1800 FCFA par jour). Si on compare la classe MVIE et PVIE, on peut voir que 50% des cultures de la classe MVIE contribuent fortement à l'insécurité économique contre 40% pour la classe PVIE alors que ces deux classes (MVIE et PVIE) sont presque équivalentes concernant le pourcentage de cultures qui contribuent faiblement à l'insécurité économique. Pour aller plus loin nous avons regardé pour chaque niveau (fort, modéré, faible) la part de chaque culture. La figure 34 représente la part des différentes cultures qui participent fortement à l'insécurité économique des ménages.

Autrement dit elle représente pour les différents ménages, la part des différentes cultures dont la productivité par jour de travail est inférieure à 720 FCFA.

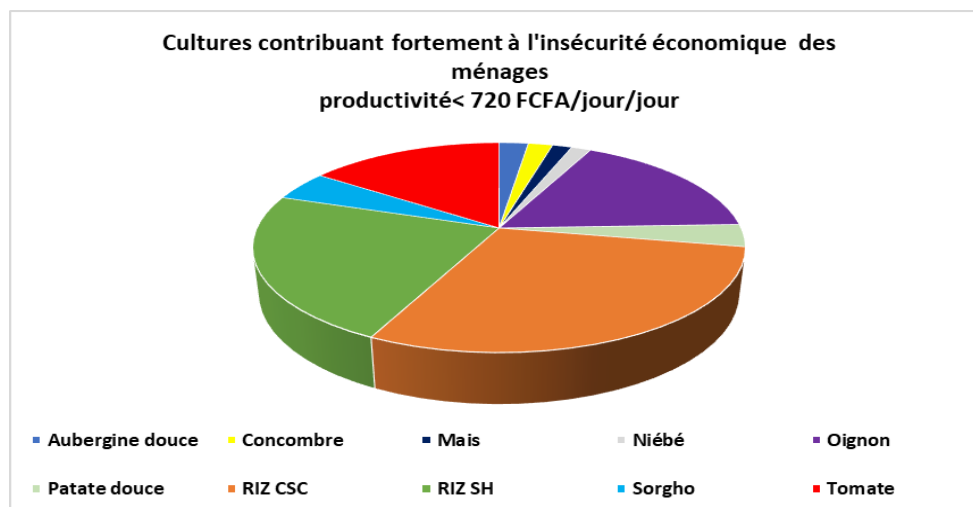


Figure 34: Cultures contribuant fortement à l'insécurité économique des ménages

La figure 35 représente la part des différentes cultures qui participent modérément à l'insécurité économique des ménages c'est-à-dire dont la productivité est comprise entre 720 FCFA et 1800 FCFA.

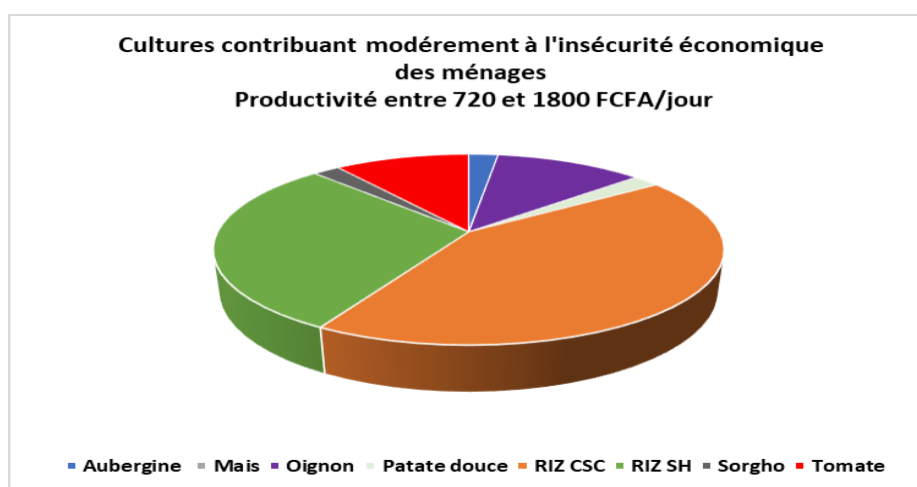


Figure 35 : Cultures contribuant modérément à l'insécurité économique des ménages

L'analyse montre que pour la totalité des cultures qui participent à la forte vulnérabilité des ménages (productivité par jour < 720), le riz de CSC et de saison hivernale sont les spéculations les plus importantes. Même s'ils sont moins soumis aux difficultés de commercialisation et de

conservation contrairement aux cultures maraichères comme l'oignon ou l'une des principales difficultés est l'absence de structures de conservation et des difficultés de commercialisation, les cultures de riz ne sont pas pour autant des cultures de rente et sont plus associées à l'autoconsommation du ménage.

La figure 36 représente la part des différentes cultures qui participent fortement à la sécurité économique des ménages.

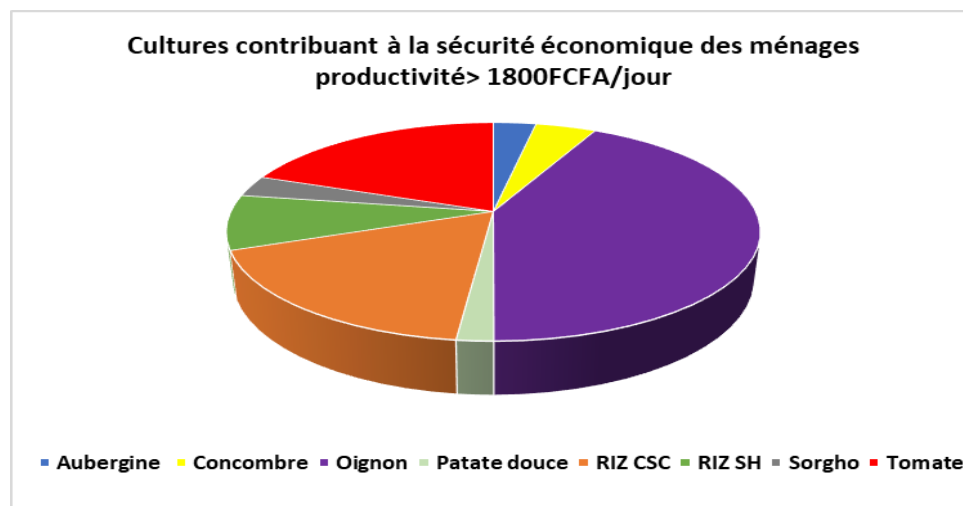


Figure 36 : Cultures contribuant à la sécurité économique des ménages

Parmi les cultures qui contribuent à la sécurité économique, l'oignon se trouve de loin en première position avec plus de 40% des parcelles ayant une productivité par jour de travail supérieure à 1800 FCFA. La tomate, pourtant considérée comme culture de rente et assez sécurisée parce que disposant d'une filière de commercialisation structurée, représente seulement 18% des cultures qui contribuent faiblement à l'insécurité économique, et le riz de CSC représente uniquement 16%. Pourtant ces deux cultures bénéficient d'un accès facile au crédit, d'une filière organisée avec très peu de problèmes de commercialisation et d'un accompagnement sur les itinéraires techniques, ce qui n'est pas le cas de l'oignon.

L'analyse de la rémunération journalière du travail montre que plus de la moitié des ménages TVIE et des MVIE cultive des cultures contribuant fortement à l'insécurité économique c'est-à-dire qui rapportent moins de 720 FCFA par jour. Pour les PVIE, plus de la moitié de leurs parcelles se trouvent dans la catégorie des cultures contribuant fortement à la sécurité

économique. Alors que les cultures contribuant fortement à la sécurité économique représentent 39% des parcelles pour les MVIE et 29% pour les TVIE.

Cette analyse montre que selon la parcelle, une même culture se trouve dans une catégorie de contribution à la vulnérabilité différente. Cela s'explique non seulement par les risques inhérents à la production agricole (variabilité des rendements et des prix) mais aussi par la manière dont certaines cultures sont organisées. Par exemple, le riz, au même titre que la tomate sont des cultures organisées par les GIE et soumises à plusieurs contraintes. D'abord, très souvent, les GIE connaissent un démarrage tardif de la saison du au retard du matériel agricole, de l'approvisionnement en semences qui entraîne un décalage des opérations culturales. Ceci induit un démarrage tardif des récoltes et impacte les rendements. Les travaux de (Le Roy, 2004, p. 200) montrent que les fournisseurs d'intrants avec qui travaillent la banque et les GIE, répercutent les fluctuations du prix du marché sur les prix des intrants afin de maintenir leur marge quelques soient les conséquences sur les couts de productions des cultures. Ensuite les producteurs des GIE sont soumis aux règles du crédit solidaire, si bien que les producteurs s'engagent à payer pour ceux dont les résultats agricoles ne permettent pas le remboursement du crédit. Tous ces éléments constituent des contraintes supplémentaires et s'opposent parfois à la rentabilité. Le fait que le riz par exemple se retrouve dans toutes les classes de contribution à la vulnérabilité peut s'expliquer par le fait que c'est une culture protégée par rapport aux autres (oignon) car bénéficiant d'un accès au crédit bancaire et d'un encadrement technique. Un respect du calendrier cultural et une campagne bien menée associée à de bons rendements permet d'assurer une bonne productivité grâce à l'organisation de l'ensemble de la filière permettant la transformation et la commercialisation. A contrario, cette culture qui requiert l'intervention de multiples institutions (les GIE, la banque et les intermédiaires, fournisseurs d'intrants) peut s'avérer génératrice d'insécurité car elle multiplie les risques . C'est le cas par exemple du crédit solidaire qui parfois empêche l'ensemble du groupement de partir en campagne, faute d'intrants. Ou bien des problèmes d'organisation du GIE ou des fluctuations des prix des intrants chez les fournisseurs qui causent des retards, parfois extrêmement dommageable.

Ensuite en regardant le niveau de contribution des différentes cultures à l'insécurité économique pour les 3 classes (Figure 37), on observe quasiment la même tendance. La figure

37 montre que le riz de CSC est la culture qui contribue le plus à l'insécurité des ménages des différentes classes. Les spéculations de diversification comme le sorgho, et la patate douce se répartissent de manière hétérogène entre les différents groupes.



Figure 37 : Répartition des cultures selon leur contribution à la sécurité économique des ménages des différentes classes

Pour toutes les classes, l'oignon reste de loin la culture qui contribue le plus à la sécurité économique des ménages. Ces résultats sur la forte démarcation de l'oignon sont soutenus par les travaux de (Le Roy, 2007), menés à Podor et qui montrent que l'oignon se montre beaucoup plus rémunérateur que le riz et autorise plus facilement des sorties monétaires.

3.3. Analyse à travers la structure des revenus

Nous examinons ici la structure des revenus pour examiner comment les différentes classes diversifient leurs sources de revenus afin de comprendre les activités qui génèrent plus de revenus et qui contribuent le plus à la sécurité économique du ménage.

La diversification a été rapportée comme l'une des principales stratégies pour réduire la vulnérabilité des ménages (Ellis, 2000; Britto, 2013).

Le revenu du ménage se subdivise ici en deux grands groupes : les revenus agricoles, et les revenus extra agricoles. La valeur de la production agricole englobe la quantité vendue et autoconsommée. Les revenus extra agricoles englobent le salariat agricole et non agricole, les transferts des migrants du ménage, les diverses allocations et indemnités comme les aides reçues de l'état ou les pensions de retraite.

La même procédure de la visualisation des données par des box plots et la détermination du coefficient de variation (Tableau 20) a été appliquée pour l'analyse de la structure des revenus. Les box plots (Figure 38) montrent une différence importante dans la distribution des différents revenus entre les groupes. La classe PVIE se démarque avec les revenus agricoles, extra agricole, élevage et transferts les plus élevés. La classe TVIE présente les revenus les plus faibles excepté pour le revenu lié aux transferts, ou son revenu est plus important que celui de la classe MVIE.

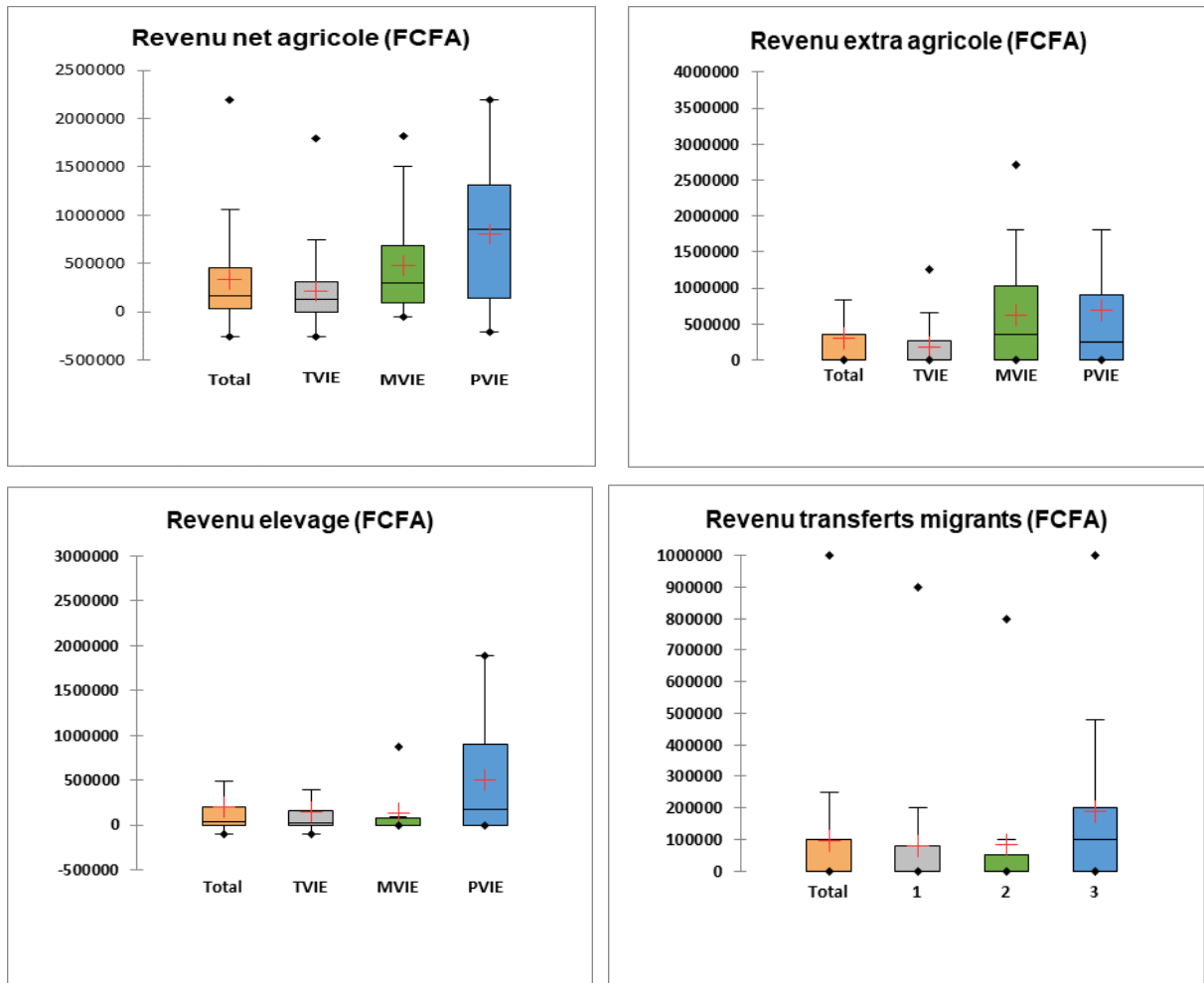


Figure 38 : : Box plot des variables utilisées pour l'analyse des revenus. Les croix rouges représentent les moyennes pour chaque classe

Tableau 20 : Distributions moyennes des variables liées à la structure des revenus par ménage (les valeurs entre parenthèses représentent les coefficients de variation)

	Forte vulnérabilité	Vulnérabilité modérée	Peu vulnérable	Moyenne échantillon
Revenu net agricole (FCFA)	212765 (1,5)	472752 (1,1)	802114 (0,8)	336391
Revenu net extra agricole (FCFA)	181025 (1,6)	619411 (1,2)	693517 (1,8)	310012
Revenu élevage	139762 (2,6)	130776 (2)	509079 (1,1)	200437
Revenu transferts migrants (FCFA)	78476 (2,1)	82941 (2,4)	187758 (1,4)	97126

L'analyse des coefficients de variations montrent pour toutes les variables des coefficients de variations élevés. Ceci montre une forte hétérogénéité dans la distribution des revenus. Ces 4 variables dont les distributions visuelles ont été jugées significatives ont été soumis aux test Anova et de Kruskal Wallis pour celles où l'hypothèse de normalité de la distribution n'a pas été validée. Ces 4 variables liées au revenu agricole, extra agricole, du revenu élevage et du revenu issu des transferts des migrants se sont révélées significatives (Tableau 21) et structurent les revenus des différentes classes.

Tableau 21 : Structure des revenus des différents classes de vulnérabilité à l'insécurité économique

	Forte vulnérabilité	Vulnérabilité modérée	Peu vulnérable	Moyenne échantillon	Pr > F(Modèle)
Revenu net agricole (FCFA)	212765 b	472752 b	802114 a	336391	<0,0001*** ²
Revenu net extra agricole (FCFA)	181025 b	619411 a	693517 a	310012	0,009* ²
Revenu élevage	139762 b	130776 b	509079 a	200437	<0,0001*** ²
Revenu transferts migrants (FCFA)	78476 b	82941 ab	187758 a	97126	0,009* ²

L'ANOVA et/ou le test de Kruskal Wallis montrent que les différences de revenu net par agriculteur entre les cinq sous-groupes sont significatives au seuil de 5 % ($P < 0,05$). Signification : * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$. ¹ Anova ² Kruskal Wallis

Pour chaque ligne, les moyennes suivies d'une lettre commune indiquent que pour ces groupes les différences ne sont pas significatives.

Dans le cadre des moyens d'existence, la diversification des revenus est définie comme le processus par lequel les familles rurales construisent un portefeuille diversifié d'activités pour obtenir des sources de revenus capables de faire face aux multiples risques auxquels ils sont confrontés, de survivre et d'améliorer leur niveau de vie. Elle s'articule autour de l'ensemble d'opportunités offertes à un individu ou à un ménage par sa dotation en actifs et la répartition choisie de ces actifs entre diverses activités pour générer un flux d'avantages, le plus souvent mesuré comme un revenu (Chambers and Conway, 1991; Ellis, 2000, 2001). La diversification des revenus fait référence aux stratégies de revenu des individus ou des ménages ruraux dans lesquelles ils augmentent leur nombre d'activités, quel que soit le secteur ou l'emplacement (Loison, 2015).

Nous observons que toutes les classes ont accès à diverses sources de revenus (agricoles, extra agricoles, élevage, transferts de migrants).

Disposant des mêmes superficies par actif que les TVIE (réf tableau 15) la classe des MVIE oriente sa stratégie vers les activités extra agricoles d'où elle tire la majorité de ses revenus, et pour l'agriculture elle mise plus sur l'oignon où elle arrive à trouver une organisation lui permettant de tirer un meilleur prix.

Si nous regardons les revenus nets par ordre d'importance (tab 9), nous pouvons voir que la structure des revenus est identique pour les TVIE et les PVIE. Le montant du revenu agricole vient en première position, suivi des revenus nets extra agricoles et des revenus élevage puis des revenus de transferts des migrants. Même si les classes TVIE et PVIE ont la même structure des revenus, la différence réside dans l'importance des ressources productives (terre et bétail), mais aussi du fait que les PVIE disposent de plus de ressources financières leur permettant d'investir suffisamment dans les différentes activités et obtenir des résultats financiers plus satisfaisants.

L'analyse du tableau 21 nous montre que le revenu extra agricole s'accroît à mesure que les ménages sont aisés. Ceci est constaté dans de nombreuses études (Gerard et al., 1998; Sanfo and Gérard, 2012; Tapsoba, 2020) et s'explique par le capital social dans un contexte où les opportunités d'emplois extra-agricoles sont peu nombreuses. De ce fait, les inégalités dans

l'accès aux emplois extra-agricoles viennent renforcer celles dans l'accès à la terre (Faye et al., 2019). Déjà les travaux de (Reardon, 1997) montraient que les revenus non agricoles sont plus importants pour les ménages ruraux africains riches que pour les ménages pauvres. Les ménages les plus riches ont plus accès à des opportunités non agricoles que les plus pauvres. Ils diversifient plus leurs revenus parce que disposant de plus de ressources financières pour investir dans d'autres activités off farm.

En conséquence, la place du revenu agricole est plus importante pour la classe TVIE qui malgré une diversification de ses sources de revenus, bénéficie des revenus extra agricoles, élevage et transferts les plus faibles.

Ceci est cohérent avec les résultats des travaux de (Escobal, 2001) et de (Tapsoba et al., 2018) qui montrent que les ménages les plus pauvres ont tendance à plus se concentrer sur le marché du travail agricole à faible rémunération car il est plus facile d'accès que l'emploi non agricole qui nécessite parfois des disponibilités en liquidités pour être financé comme le commerce ou l'artisanat, tandis que le salariat demeure extrêmement rare. Les plus pauvres pratiquent néanmoins une diversification axée sur la survie. Cette forme de diversification se produit lorsque ces ménages s'engagent dans des activités non agricoles à faible rendement et souvent très risquée par nécessité pour assurer leur survie, réduire leur vulnérabilité ou éviter de sombrer plus profondément dans la pauvreté. C'est le cas des activités d'orpillage dans le centre du Burkina-faso (Sanfo and Gérard, 2012). Ils sont poussés à diversifier leurs sources de revenus pour gérer les risques ou faire face aux chocs, tels que le déclin ou la stagnation de l'agriculture, les marchés du travail différenciés, les imperfections du marché du crédit, les pressions démographiques et les contraintes foncières (Loison, 2015, 2001). Les travaux de Faye et al 2019 se situent dans la même lignée et montrent également que cette diversification des pauvres, relève parfois plus de la nécessité pour assurer la survie que d'un choix réel. Elle est une réponse aux facteurs pouvant menacer les productions agricoles comme les risques climatiques, la faible taille des superficies et le mauvais fonctionnement des marchés des produits agricoles comme des facteurs de production (travail, terre et capital).

Discussion conclusion

L'objectif de ce chapitre était d'analyser les déterminants de la vulnérabilité à l'insécurité économique des ménages.

Globalement, l'analyse de la vulnérabilité à l'insécurité économique nous a permis de mettre en évidence la forte pauvreté et les fortes inégalités entre les ménages du système irrigué avec trois quarts des ménages en dessous du seuil de pauvreté par actif.

Les résultats de notre analyse identifient les ménages les plus vulnérables économiquement comme ceux qui sont faiblement dotés en capitaux : même s'ils possèdent de nombreux actifs familiaux, ils disposent de peu de surfaces par actif, cultivent le moins de surfaces irriguées, disposent de peu de bétail. Ils ont également accès à peu de surface en faire valoir indirect (métayage, location). Les dotations en facteurs de productions (capitaux) définissent les choix de répartition de ces ressources entre diverses activités pour générer un flux d'avantages, le plus souvent mesuré comme un revenu (Chambers et Conway, 1991; Barrett *et al.*, 2001).

L'analyse du système de production identifie les ménages très vulnérables comme ceux qui tirent le moins de revenus de la culture de l'oignon et du riz. L'analyse montre que le revenu de l'oignon et la productivité de l'oignon ont une influence positive sur le revenu agricole et le revenu net global du ménage. Les ménages de la classe PVIE cultivent plus de superficies et de parcelles d'oignons et affiche une productivité du travail plus importante que le PVIE. A contrario, la classe MVIE tire un meilleur prix de vente sur le marché.

Un focus sur l'influence des spéculations cultivées montre que de loin, l'oignon est la culture qui contribue le plus au revenu agricole du ménage avec une majorité de la productivité supérieure à 1800 FCFA par jour, alors que le riz stabilise le revenu du ménage.

Enfin l'analyse de la structure des différentes sources de revenus montrent que les revenus agricoles, extra agricoles, d'élevage et les transferts des migrants sont hétérogènes dans les différentes classes. Pour la classe TVIE et celle PVIE, la structure des revenus est la même : les revenus agricoles sont plus importantes suivi, des revenus extra agricoles, des revenus de l'élevage et enfin les revenus des transferts. Ceci montre une stratégie de diversification engagée par les ménages peu importe leur niveau de vie et explique que compte tenu de la prévalence du risque dans le contexte des petits exploitants ruraux d'Afrique subsaharienne,

la diversification peut souvent être une stratégie de survie ou de gestion du risque, en particulier lorsque l'agriculture n'offre pas des moyens de subsistance suffisants (Loison, 2015). Mais les plus vulnérables pratiquent une diversification axée sur la survie en s'engagent dans des activités non agricoles à faible rendement par nécessité pour assurer leur survie, réduire leur vulnérabilité ou éviter de sombrer plus profondément dans la pauvreté. Ceci montre que toutes les diversifications vers des activités rémunératrices agricoles ou non agricoles n'offrent pas les mêmes avantages et tous les ménages n'ont pas le même accès aux options de diversification les plus lucratives. A contrario, les ménages les mieux dotés en ressources sont plus susceptibles d'accéder à des opportunités de diversifications plus rentables comme le montre la classe MVIE dont l'essentiel des revenus proviennent des activités extra agricoles et la classe PVIE dont son revenu net extra agricole est le plus important. Ces résultats indiquent des contraintes dans la finance et la terre qui obligent les populations les plus pauvres à sélectionner des stratégies offrant des rendements manifestement inférieurs tandis que les sous-populations plus riches sont en mesure de profiter de stratégies de rendement plus élevées parce que disposant de finances pour assurer les coûts fixes de participation aux activités (Barrett et al., 2001). La diversification au niveau des ménages est considérée comme le résultat d'une adaptation dynamique des moyens de subsistance aux diverses contraintes et opportunités rencontrées par les petits exploitants (Ellis, 2000).

L'analyse globale nous montre que disposer de plus de terres (superficie par actif), de bétail et d'un réseau social (qui permet d'accéder aux activités extra-agricoles) réduirait considérablement les chances qu'un ménage se retrouve dans la classe de revenu la plus basse. Les ménages qui cultivent plus de superficies et de parcelles en oignon ont plus de chances de s'en sortir économiquement. La stratégie de multiplier les parcelles d'oignon sur différents espaces est une stratégie de réduction des risques liés à la production (maladies ou attaques des plantes...). Cependant cette démarcation importante de l'oignon comme moteur du revenu agricole et qui influence fortement le revenu global questionne la forte dépendance que les producteurs de la classe peu vulnérable (PVIE) nourrissent vis-à-vis de cette culture. Cette forte dépendance peut se révéler comme une autre forme de vulnérabilité. En cas de choc qui affecte directement l'oignon, ces ménages dont la stratégie de revenus est fortement axée sur l'oignon peuvent se révéler vulnérables et tomber en dessous du seuil de sécurité économique.

La vulnérabilité à l'insécurité économique des ménages agricoles étudiés tient aux capitaux dont ils disposent (terre, bétail, réseau), au choix du système de production (superficie riz, diversification parcelles oignon) favorisant une bonne productivité du travail. Elle tient aussi aux possibilités de diversification des sources de revenus conditionnés par l'accès aux différentes ressources. Toutes ces composantes définissent les capacités des ménages à accéder aux ressources, à les convertir en activités et revenus stratégiques pour survivre à la faiblesse des moyens d'existence dans des conditions de détérioration de la situation économique, ainsi qu'à la sécurité des moyens d'existence dans des conditions économiques améliorées (Ellis, 2000; Adger, 2006a)

Dans une échelle plus large les résultats de nos travaux font écho aux travaux de (Tapsoba et al., 2018), qui montrent que dans les périmètres irrigués de Bagré, le système de production irriguée a conduit à un accroissement de l'insécurité économique des bénéficiaires avec des producteurs qui peinent à faire face aux coûts de productions et aux contraintes d'écoulement des produits. Les résultats de nos travaux rejoignent aussi ceux de (Le Roy, 2011) et soutiennent que la diffusion de l'irrigation amplifie les écarts de différenciation économique sur une base de performances traduites par les revenus. Les ménages capables de développer des cultures de rente comme l'oignon sont plus nombreux à se retrouver dans les classes économiques les plus aisées. Les ménages n'ayant pas accès à des superficies suffisantes se voient marginalisés dans la pauvreté (Le Roy, 2011) alors que les ménages aisés ont plus d'opportunités de mobiliser d'autres superficies agricoles pour augmenter leurs surfaces, multiplier leurs parcelles et par l'autofinancement peuvent accéder à des spéculations plus rentables.

[Retour sur la méthode et discussion sur l'analyse des facteurs de différenciation](#)

La méthode d'analyse des facteurs de différenciation de la pauvreté « équivalent monétaire » en passant par une catégorisation des ménages en fonction de leurs revenus présente plusieurs avantages. Cette approche offre une opportunité de résumer des facteurs clés et significatifs qui expliquent pourquoi et comment certains ménages s'en sortent mieux ou moins économiquement que d'autres.

La classification des ménages en groupes selon leurs revenus est intéressante dans le cadre de notre travail ou l'objectif est de questionner les sources des différences de revenus. Elle est cependant une classification effectuée par le seul critère des revenus et présente des effectifs assez inégaux ce qui pose déjà une limite à la comparaison et remet en question l'homogénéité des distributions. L'analyse de la distribution des différentes variables questionnées révèle une forte hétérogénéité des valeurs comme nous le montre les coefficients de variations élevés de l'essentiel des variables interrogées.

Ceci introduit l'idée selon laquelle l'analyse des facteurs de différenciation de la pauvreté « équivalent monétaire » est complexe et ne peut se résumer à quelques variables. Cela exprime l'idée que la pauvreté est multidimensionnelle et réside dans la combinaison d'une multitude d'opportunités, de choix, de contraintes parfois non mesurables.

La modélisation statistique mobilisée en utilisant des tests de significativité nous a permis de s'assurer de la validité statistique de nos hypothèses. Nous sommes néanmoins conscients que notre démonstration n'est pas absolue, mais elle reste un argument en faveur de l'existence d'un effet, et qui doit être pris comme un indice offrant des pistes de réflexion dont l'intérêt prend beaucoup de sens en la combinant à une confrontation avec le retour des populations concernées.

Chapitre 8. Avant-propos

Les chapitres précédents ont permis d'expliquer l'hétérogénéité et la complexité qui caractérise la vulnérabilité des ménages du système irrigué. A partir de la synthèse des différents chapitres, le chapitre 8 propose des archétypes de vulnérabilités. Tout d'abord des archétypes synthétiques issus de notre analyse personnelle sont proposés. Puis, à la suite de ces enseignements, ce chapitre propose un modèle d'analyse dynamique de la vulnérabilité qui est appliqué aux archétypes.

Chapitre 8 : Vers une catégorisation des archétypes de vulnérabilité : une approche dynamique de la vulnérabilité

Introduction

La vulnérabilité est le résultat de multiples facteurs de stress issus d'interactions entre différents processus dans de multiples contextes qui s'expriment à diverses échelles spatiales et temporelles, et l'analyse de la vulnérabilité doit refléter ces réalités complexes (Turner et al., 2003a)04). Les processus spécifiques qui façonnent la vulnérabilité localement dérivent de plusieurs facteurs causaux avec des conditions et des dynamiques de fonds complexes (Vidal Merino et al., 2019). La vulnérabilité est ainsi multidimensionnelle variant temporellement et spatialement, affectée par diverses conditions sociales, économiques, politiques (O'Brien *et al.*, 2004). L'analyse de la vulnérabilité est très souvent basée sur des indicateurs, dans lesquels le détail de l'étude est résumé à quelques valeurs agrégées (Cutter, 2003). La richesse et la complexité des processus qui créent et entretiennent cette vulnérabilité sont alors perdues (Kok et al., 2016).

Les chapitres précédents nous ont permis d'explorer et de comprendre les éléments dans l'histoire, la géographie, les stress, mais aussi dans les revenus qui caractérisent et différencient les ménages du système irrigué de Guédé. L'hétérogénéité mais également les facteurs différentiels de cette vulnérabilité ont été analysés. En partant de la synthèse des résultats des chapitres précédents, l'objectif de ce chapitre est de proposer des archétypes de vulnérabilités prenant en compte l'histoire, la géographie, la diversité des types des ménages, la vulnérabilité économique et les facteurs de stress. Ce chapitre ne cherche pas à quantifier la vulnérabilité mais plutôt à faire une synthèse de tous ces éléments qui fondent la construction, l'évolution et la différenciation de la vulnérabilité des ménages du système irrigué de Guédé et de caractériser la dynamique cette vulnérabilité.

Nous mobilisons pour cela l'approche des archétypes, développée dans la recherche sur le changement global et la durabilité (Sietz et al., 2012; Oberlack et al., 2016; Vidal Merino et al., 2019) pour analyser les configurations de facteurs et de processus qui génèrent différentes

expositions et différents résultats de vulnérabilité pour les ménages (Oberlack et al., 2016). L'approche des archétypes questionne la causalité, permet de comprendre le lien processuel et explique comment un facteur peut générer différents résultats à travers différents processus (Oberlack et al., 2016). Elle offre l'opportunité d'évaluer les causes et les effets récurrents des interactions humain nature comme un ensemble intégré de processus prenant compte des contextes spatiaux temporels spécifiques dans lesquels ils évoluent plutôt que comme des facteurs isolés (Sietz et al., 2019).

En tant que domaine de recherche émergent, il n'existe pas encore une méthodologie universellement acceptée sur l'analyse des archétypes. Mais plusieurs travaux ont utilisé des méthodologies différentes chacune offrant à l'analyse des archétypes une dimension originale pour décrire des systèmes homme nature. Les archétypes sont des configurations fréquentes de facteurs qui génèrent une vulnérabilité aux changements socio-économiques et écologiques à différentes échelles. Ils expliquent comment les configurations de facteurs génèrent des vulnérabilités en activant des processus socio écologiques diverses (Kok et al., 2016; Sietz et al., 2011; Oberlack et al., 2016). Vidal Merino *et al.* (2019), pour analyser les archétypes de vulnérabilité dans les Andes péruviennes, mobilisent une approche à méthodes mixtes combinant systématiquement des outils qualitatifs et quantitatifs. A partir d'approches d'évaluations rurales participatives, ils caractérisent le système pour identifier le capital adaptatif du système socio écologique étudié. Ensuite à partir d'une analyse statistique multivariée quantitative, les ménages sont classés en archétypes en fonction des similitudes et des différences dans leurs portefeuilles adaptatifs.

(Oberlack et al., 2016), utilisent une approche mécaniste causale. D'abord en partant du cadre du système socio écologique (Ostrom, 2009), ils fournissent une description détaillée du système étudié et procèdent à l'identification des processus récurrents par lesquels les facteurs produisent des effets expliquant le lien processuel entre les facteurs et les résultats. Selon Sietz et al (2019) comprendre le lien processuel est important car un facteur peut générer différents résultats à travers différents processus.

La méthodologie que nous adoptons se situe entre les deux méthodes proposées par (Oberlack et al., 2016) et (Vidal Merino et al., 2019), mais nous procédons uniquement à une analyse qualitative . Premièrement, nous procédons dans la première partie de ce chapitre à la synthèse

des différents éléments issus des chapitres précédents et permettant d'expliquer l'hétérogénéité et la différenciation de la vulnérabilité des ménages, et à partir des enseignements issus de ces chapitres, nous proposons des archétypes synthétiques issus de notre analyse et nos synthèses personnelles. Ensuite, parce que nous considérons que la vulnérabilité n'est pas statique, nous proposons un modèle dynamique de la vulnérabilité à de multiples facteurs de stress. Ce modèle dynamique s'inspire de notre analyse personnelle, de l'approche des trajectoires (Spiegelberger et al., 2018), du cadre des moyens d'existence (Chambers et Conway, 1991) et du cadre de la vulnérabilité étendue de (Turner et al., 2003a). Enfin, nous appliquons ce modèle d'analyse dynamique de la vulnérabilité aux différents archétypes et discutons ainsi les dynamiques de construction des archétypes de vulnérabilité en fonction des caractéristiques historiques, économiques, des facteurs de stress et de la géographie

L'intérêt de l'approche archétypale que nous mobilisons ici est qu'elle n'impose pas une relation hypothétique prédéfinie, mais laisse les données disponibles sur les mécanismes de vulnérabilité raconter leur histoire (Kok et al., 2016). Elle permet de mettre en évidence l'hétérogénéité des schémas de vulnérabilités, permettant d'améliorer la compréhension des processus qui façonnent la vulnérabilité.

1. Synthèse des résultats et proposition d'archétypes synthétiques

Dans cette section, nous mobilisons les résultats principaux issus des chapitres précédents et à partir de notre synthèse de ces différents résultats, nous proposons des archétypes synthétiques.

1.1. Retour sur les résultats précédents

Quatre chapitres nous ont permis de retracer les éléments de différenciations des ménages tant dans leur histoire, leur géographie, leurs ressources, leur vulnérabilité économique que dans leurs expositions et sensibilités à travers l'analyse des stress. Le tableau 22 résume le contenu de ces différents chapitres.

Tableau 22 : Tableau récapitulatif des chapitres précédents

Chapitre	Objectifs	Méthodologie	Résultats principaux
Chapitre 4 : socio histoire du système irrigué de Guédé	- Retracer la trajectoire historique du système irrigué à travers les différents changements et perturbations	- Analyse des entretiens et littérature grise - Analyse de documents d'archives	-6 grandes périodes caractérisent l'histoire du système irrigué depuis la période coloniale aux dernières phases de réaménagements
Chapitre 5 : Typologie des ménages du système irrigué	- Résumer la diversité des ménages	- Typologie statistique	- 7 types de ménages selon les 5 types de capitaux (naturel, physique, humain, financier, social)
Chapitre 6 : Analyse des déterminants de la vulnérabilité à l'insécurité économique	- Déterminer les facteurs explicatifs des différences de revenus des ménages	-Regroupement des ménages en classes de vulnérabilité à l'insécurité économique -Modélisation statistique	- 3 classes de vulnérabilité à l'insécurité économique - Différenciation selon les capitaux, le système agricole, et la structure des revenus
Chapitre 7 : analyse des facteurs de stress	- Caractériser la diversité des stress déclarés par les ménages	- Analyse des entretiens -Analyse du lien avec la transformation du système	- 4 types de facteurs de stress - Des facteurs de stress en interactions
Analyse géographique	- Comprendre le lien entre les périodes d'installations des types, de la pauvreté et des différents facteurs de différenciation des ménages étudiés	-Analyse de la distribution spatiale	- Une répartition spatialement différenciée des périodes d'installations des types, de la pauvreté et stress

1.1.1. Le chapitre 4 sur l'analyse de la socio histoire

A partir des évènements marquants, vécus ou relatés par les enquêtés et à partir des données d'archives et de la littérature grise, le chapitre 4 sur l'analyse de la socio histoire nous a permis de reconstituer les grandes périodes de l'évolution historique du système irrigué de Guédé tant dans les ruptures, les crises que dans les solutions apportées. L'analyse de la socio histoire nous a permis d'identifier 6 périodes marquantes allant de la période avant la mise en place des aménagements par le colonisateur à la période de la dernière réhabilitation de la grande cuvette de Guédé.

- Période 1 avant 1930. Un système traditionnel auto organisé et diversifié.

- Période 2 (1930 à 1960). La période de la gouvernance coloniale : des premières phases d'aménagements à l'introduction de la riziculture irriguée.
- Période 3 (1960 à 1970). Vers une logique économique et d'autosuffisance alimentaire soutenue par une gouvernance étatique encadrée.
- Période 4 (1970 à 1980). D'une logique de développement à une logique de survie : l'intensification comme moyen de sortir de la crise.
- Période 5 (1980 à 1990). L'injonction au désengagement : le début d'une libéralisation continuant à soutenir l'intensification.
- Période 6 (depuis 1990). Le réaménagement de la cuvette de Guédé : une nouvelle organisation structurée autour des GIE.

De 1930 à nos jours, le système irrigué de Guédé a connu un certain nombre de changements dans l'occupation et l'utilisation de sols, et des restructurations politiques et organisationnelles qui fondent un certain nombre de facteurs explicatifs de la vulnérabilité des agriculteurs. L'analyse des différentes périodes d'installations montre le pic de migration qui a suivi l'introduction de la culture irriguée. La mise en place des aménagements a provoqué une dynamique démographique entre 1930 et 1960. Cette vague de migration s'est poursuivie jusqu'à la période allant de 1970 à 1980 marquée par des épisodes de sécheresses.

La pression démographique et la fragmentation foncière au fil des générations a entraîné une diminution de la taille des exploitations. Avec l'absence d'opportunité pour accéder à d'autres espaces irrigués, la migration s'est progressivement réduite au fil des années.

La configuration pensée par le colonisateur puis prolongée par l'Etat, a enfermé les agriculteurs dans une situation qui aujourd'hui limite toute possibilité d'extension de l'espace.

1.1.2. Le chapitre 5 sur la typologie

Le chapitre sur la typologie statistique nous a permis de résumer la grande hétérogénéité des ménages du système irrigué de Guédé et de capter leurs facteurs de différenciation. Elle a permis de catégoriser 7 types de ménages qui se différencient en fonction des dotations en terres irriguées, des dotations en bétail, du revenu extra agricole, des superficies dans les espaces agricoles aménagées, et les espaces traditionnels, l'engagement des ménages dans les organisations sociales.

- Le type 1 - « Les ménages récemment installés et engagés dans les organisations sociales »
- Le type 2 - « Les ménages à fort revenu extra agricole »
- Le type 3 - « Les exploitants avec grandes familles »
- Le type 4- « Les grands exploitants anciennement installés »
- Le type 5 – « les agropasteurs avec une petites familles »
- Le type 6 - « Les éleveurs »
- Le type 7- « Les exploitants traditionnels »

L'analyse de la diversité des ménages a permis de mettre en exergue des groupes de ménages qui se différencient par leurs dotations en ressources productives (terres, bétail) et des groupes de ménages qui se différencient selon l'orientation de leurs activités (activités extra agricoles, agricultures traditionnelles...). L'analyse globale de ce chapitre nous a montré que de manière assez hétérogène, les différents types identifiés ont tous accès à l'irrigation, et sont tous engagés dans des stratégies de diversification (agricoles ou non agricoles) différentes qui peuvent s'apprécier à travers la diversité des activités et des sources de revenus. Le choix du type de stratégie est déterminé par les opportunités ou les contraintes dans l'accès aux ressources. Ces contraintes et opportunités sont fortement façonnées par l'histoire (période d'installation).

1.1.3. Le chapitre 6 sur la vulnérabilité à l'insécurité économique

Le chapitre 6 nous a permis d'analyser les facteurs de différenciation de la vulnérabilité à l'insécurité économique, en considérant uniquement les revenus monétaires des ménages. Autrement dit il a permis de caractériser les facteurs qui expliquent que certains ménages s'en sortent mieux économiquement, sont capables de subvenir à leurs besoins, mais aussi de dégager un surplus financier en cas de choc.

Les résultats de notre analyse identifient 3 groupes de ménages en fonction de leur vulnérabilité à l'insécurité économique :

- Les ménages très vulnérables à l'insécurité économique (TVIE).
- Les ménages moyennement vulnérables à l'insécurité économique (PVIE).
- Les ménages peu vulnérables à l'insécurité économique (PVIE)

L'analyse nous a montré que la vulnérabilité à l'insécurité économique des ménages agricoles étudiés tient fortement aux capitaux dont disposent les ménages (terre, bétail, réseau). Les plus vulnérables sont faiblement dotés en terres irrigués, cultivent le moins de surfaces irrigués, disposent de peu de bétail. Le type de vulnérabilité à l'insécurité économique s'explique aussi par le choix du système de production. L'oignon offrant une meilleure productivité du travail, les ménages qui cultivent plus de parcelles et de superficies en oignon sont moins vulnérables à l'insécurité économique. Les résultats indiquent des contraintes dans la finance et la terre qui obligent les sous-populations les plus pauvres à sélectionner des stratégies de diversification de survie offrant des rendements manifestement inférieurs tandis que les sous-populations plus riches ont plus d'opportunités de mobiliser d'autres superficies agricoles pour augmenter leurs surfaces, multiplier leurs parcelles et par l'autofinancement peuvent accéder à des spéculations plus rentables. La vulnérabilité à l'insécurité économique tient également au choix de diversification des sources de revenus permettant de profiter des stratégies de rendements plus élevées.

1.1.4. Le chapitre 7 sur les facteurs de stress

A travers l'analyse des stress déclarés par les ménages enquêtés, ce chapitre, en mobilisant les entretiens liés à l'histoire du système irrigué et les enquêtes socio-économiques, a permis d'explorer la diversité des stress auxquels les ménages du système irrigué de Guédé sont confrontés. L'exposition et la sensibilité ont été caractérisés en considérant les différents stress soulevés par les enquêtés. Les résultats des enquêtes et des entretiens montrent une exposition différentielle des ménages à de multiples facteurs de stress endogènes et exogènes. 5 grand types de stress auxquels les ménages ont été catégorisés.

- Le stress agro-environnemental
- Le stress financier
- Le stress climatique
- Le stress technico organisationnel
- Le stress cellule familial

L'analyse des facteurs de stress auxquels les ménages sont exposés a permis de mettre en évidence comment les changements socio-écologiques liés à la réorganisation du système de

production suite à l'introduction de l'irrigation, mais aussi comment les stratégies de subsistance que les ménages mettent en place peuvent participer à l'exposition et la sensibilité des populations à différents facteurs de stress.

L'analyse globale montre également une répartition géographique des périodes d'installations, des types de ménages, des formes de stratégies de subsistances et des expositions (facteurs de stress).

1.2. Proposition d'archétypes synthétiques

L'analyse de ces chapitres, mis bout à bout permet une construction dynamique de la vulnérabilité qui est fonction des changements intervenus depuis la mise en place de l'irrigation dans le système irrigué que nous étudions. Cette vulnérabilité est fonction de facteurs liés à l'accès à la terre irriguée, aux superficies cultivées en non irrigué, aux dotations en cheptel, à la taille du ménage, à la sécurité économique et aux facteurs de stress. De grandes lignes de construction de la vulnérabilité se dessinent avec :

- Des ménages anciennement installés plus dotés en terres et qui ont accès à des espaces agricoles diversifiés (irrigués et traditionnels) et des activités extra agricoles.
- Des ménages avec de faibles dotations leur donnant des opportunités limitées à se restreindre à des stratégies de diversification de survie peu rentables.
- Des ménages installés tard, composés de plus d'actifs qui sont moins dotés en terres et qui se diversifient dans les activités extra agricoles.
- Des ménages proches du Diéri et plus loin des espaces de productions irrigués (Madina Fresbé), plus dotés en cheptel, organisant leurs stratégies autour de l'élevage et sensibles aux stress climatiques qui menace la disponibilité en nourriture du bétail.
- Des ménages récemment installés qui s'activent dans les réseaux sociaux pour diversifier leurs opportunités.

A travers ces grandes lignes, nous définissons 5 archétypes de vulnérabilité :

1.3. Archétype 1 : ménages agro pastoraux exposés aux stress climatiques et financiers

Cet archétype, doté en cheptel se caractérise par la combinaison de l'agriculture et de l'élevage. Il se caractérise par une importante exposition et sensibilité au stress climatique par une faible exposition aux stress agro environnementaux.

1.4. Archétype 2 : ménages extra agricoles récemment installés et exposés uniquement aux stress agro-environnementaux

Cet archétype peu doté en terre se distingue par son orientation dans les activités extra agricoles et son installation récente. Il se caractérise par une exposition et sensibilité au stress agroenvironnemental et une faible exposition au stress économique.

1.5. Archétype 3 : les ménages agricoles pas diversifiés en capitaux fortement exposés aux différents stress

Cet archétype se caractérise par une installation récente, une dotation importante en terres, et des revenus faibles et des faibles dotations en cheptel. Très orienté sur l'agriculture et pas diversifié sur les autres activités, cet archétype est fortement exposé aux stress agro environnementaux, économiques et technico organisationnels.

1.6. Archétype 4 : ménages agricoles anciens, très diversifiés exposés aux stress technico organisationnels et climatiques

Cet archétype, anciennement installé est doté en terres et cultive aussi bien en irrigué qu'en non irrigué. Il est intégré dans les organisations paysannes (GIE). Doté en cheptel, il combine l'agriculture, l'élevage et est et assez diversifié dans d'autres activités extra agricoles. Il est peu vulnérable à l'insécurité économique et exposé aux stress technico organisationnels et climatiques.

1.7. Archétype 5 : ménages à capitaux très limités mais moins exposés aux différents facteurs de stress

Faiblement doté en terres irriguées, cet archétype s'oriente plus vers l'agriculture traditionnelle. Il est aussi faiblement doté en bétail et a peu accès à des activités extra agricoles. Il dépend plus des transferts des membres de ménages qui sont à l'extérieur du village. Du fait de ses activités peu diversifiées, il est le plus exposé au stress économique et le moins exposé aux autres types de stress.

Ces archétypes synthétiques nous ont permis de voir les combinaisons qui existent entre les superficies possédées et la trajectoire historique, les dotations en ressources et les activités ainsi que les liens entre les stratégies et les stress. Elle a permis de mettre en exergue cette vulnérabilité où les causes profondes sont intégrées dans des processus et des échelles différents.

2. Proposition d'un modèle d'analyse dynamique de la vulnérabilité et application sur les archétypes

Nous proposons un modèle d'analyse dynamique de la vulnérabilité des ménages du système irrigué de Guédé qui vise à considérer la vulnérabilité comme un processus dynamique (Hugon 2017) prenant en compte les cheminements, les liens entre les chocs et les capacités d'adaptation des ménages.

2.1. Le modèle d'analyse dynamique de la vulnérabilité

Le modèle que nous proposons s'inspire de notre analyse personnelle et de 3 cadres d'analyse :

- L'approche de la trajectoire socio historique qui permet de comprendre à la lumière du passé comment aujourd'hui les choses fonctionnent. En orientant notre analyse sur une histoire des transformations passées, cette approche nous permet de mettre en perspective historique l'évolution du système irrigué dans son actualité (Fasey et al 2001 ; Spielberger et al 2018).
- Le cadre des moyens d'existences qui nous permet d'analyser comment « les gens dans différents contextes adoptent des stratégies en fonction des ressources dont ils disposent, dans le but de satisfaire leurs besoins, de réduire leur vulnérabilité, et de maintenir leurs capacités et leurs biens sans ébranler la base des ressources naturelles » (Chambers, Scoones 1992).

- Le cadre de la vulnérabilité dynamique de Turner met l'accent sur un nécessaire couplage des systèmes homme environnement dans toute analyse de la vulnérabilité. Il considère que la vulnérabilité est ainsi le résultat de la synergie et des interactions entre les sous-systèmes humains et biophysiques construits par des processus opérant à différentes échelles spatio-temporelles ainsi que fonctionnelles (Turner et al 2003). Il permet de comprendre les liens de causalité entre les phénomènes à l'intérieur comme à l'extérieur du système et qui affectent la vulnérabilité.

Dans notre modèle (Figure 39), nous postulons qu'avec l'introduction de la culture irriguée, le système que nous étudions a subi des modifications entraînant une évolution démographique, des changements dans l'occupation de l'espace et dans l'utilisation des ressources, affectant les moyens d'existence et les dynamiques entre les ménages et l'environnement dans lesquels ils évoluent. Ces changements entraînent des réponses des populations qui créent des boucles de rétroactions générant des stress sur les ménages, les ressources, l'environnement et les structures sociales. (Sila et al.,2022).

Dans ce modèle d'analyse de la vulnérabilité dynamique nous considérons que :

- ✚ Le processus historique de la mise en place des infrastructures hydro-agricoles autour de la cuvette de Guédé a modifié les configurations sociales et spatiales du système irrigué déterminant l'accès aux ressources par les ménages.
- ✚ La structure des ressources à laquelle les ménages ont accès conditionne les opportunités et choix du système d'usage (intensification, extensification, diversification, spécialisation...) définissant leurs stratégies adaptatives.
- ✚ Les stratégies adaptatives que les ménages choisissent de mettre en place vont créer des boucles de rétroactions et générer les stress auxquels ils vont être exposés.
- ✚ Ces stratégies adaptatives vont modifier les interactions entre les acteurs et leur environnement et provoquer des transformations endogènes sur les ressources, l'environnement et les structures sociales (pression sur les ressources de productions, pollution et pauvreté des sols...).

Modèle circulaire de la vulnérabilité dynamique des ménages agricoles du système irrigué de Guédé

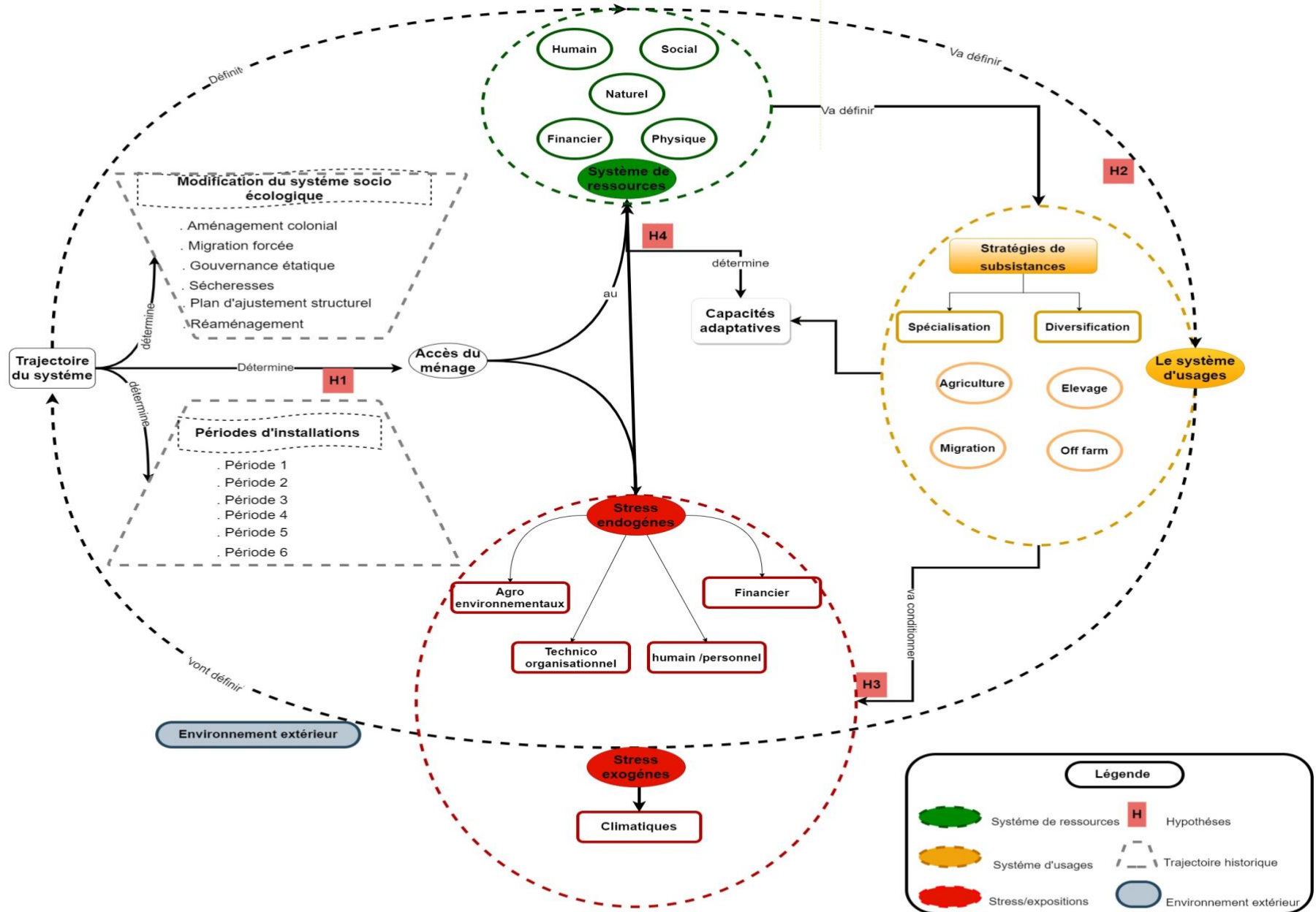


Figure 39 : Modèle circulatoire de la vulnérabilité dynamique des ménages agricoles du système irrigué de Guédé

Le schéma de vulnérabilité dans lequel un ménage s'inscrit est le résultat d'un processus dans le temps. Les contraintes et les opportunités des ménages dans l'accès aux ressources (en haut du graphique) dépendent de la trajectoire historique du ménage (à gauche du graphique) (période d'installation) et du système dans lequel il s'inscrit (réorganisation du système, nouveau système de production changement de politiques...). Ces contraintes et opportunités orientent les stratégies (à droite) des ménages (diversification, spécialisation). Ces stratégies définissent à leur tour les stress auxquels les ménages sont exposés (en bas du graphique). La vulnérabilité actuelle des ménages est le résultat d'un processus dans le temps et dans l'espace qui définit les capacités des ménages à faire face à des stress.

Ces capacités dépendent de la trajectoire historique du système qui définit la disponibilité et l'accès aux ressources par les individus (ou groupe) et leurs capacités à les utiliser pour se protéger, répondre, se remettre et se maintenir face aux chocs et dommages qu'ils peuvent subir. La force de ces capacités est fortement dépendante de l'environnement externe qui l'encadre (D'Ercole, 1998; Cutter et Finch, 2008 ; Turner et al.,2003 ; Barnett et al 2008 ; Ribot, 2010).

3. Application du modèle dynamique aux archétypes

Sur la base des résultats issus des différents chapitres, nous avons défini des archétypes synthétiques issus de notre analyse personnelle. Ensuite, parce que nous considérons que la vulnérabilité n'est pas statique, nous avons proposé un modèle d'analyse dynamique de la vulnérabilité. Dans cette partie, nous procédons à l'application du modèle dynamique aux archétypes. Ici, nous utilisons le modèle pour expliquer la dynamique de la vulnérabilité de chaque archétype.

Cette analyse nous permet de faire les liens dynamiques entre les facteurs historiques, socio-économiques, géographiques et les stress qui fondent la construction, l'évolution et la différenciation de la vulnérabilité des ménages du système irrigué de Guédé.

3.1. Archétype 1 ménages agro pastoraux exposés aux stress climatiques et financiers

Cet archétype, installé à une période intermédiaire (**gauche**) est plus doté en cheptel (**haut**) et combine l'élevage et l'agriculture irriguée. Il est engagé dans les organisations sociales et a un recours assez marqué au soutien par d'autres parents. La notion de parent étant très large dans la société Halpular, elle peut inclure autant les membres de la famille qui vivent à l'intérieur ou à l'extérieur (migrants) du village, que toute personne qui gravite dans du réseau social du ménage y compris les membres d'une même organisation sociale du type association ou groupement. Une bonne partie de ses revenus proviennent des transferts des membres de la famille qui se trouvent en dehors du village et de l'élevage (**droite**).

Ces ménages agro pastoraux, le plus souvent établis dans les zones du Diéri assez loin du fleuve et des points d'eau, sont fortement dépendants de la pluie pour leurs activités d'élevage. Les stratégies de cet archétype orientées vers l'élevage expliquent qu'ils sont les plus exposés et sensibles aux stress climatiques liés à la sécheresse (**bas**), entraînant une difficulté pour faire pâturer le bétail. Ceci à son tour entraîne un risque de pénurie d'aliments pour le bétail ou à des excès de pluies comme en 2002, ou des pluies hors saison ont conduit à la mort de la majeure partie du bétail. Également orientés dans l'agriculture, cet archétype est très exposé au stress économique liés à l'endettement ou à des problèmes d'accès au financement.

Cet archétype est majoritaire à Madina Fresbé, village, situé sur la partie du Diéri, c'est-à-dire la partie la plus loin du lit du fleuve qui est constitué majoritairement d'éleveurs.

Le fait que cet archétype s'appuie plus sur les réseaux sociaux et la famille, peut s'expliquer par la configuration de l'espace où vivent ces ménages. La majorité des éleveurs étant situés dans le Diéri, donc assez enclavés et loin des grands espaces de production, ont souvent besoin d'un réseau social solide leur permettant de pouvoir compter les uns sur les autres. Ceci corrobore des études antérieures qui mettent l'accent sur les réseaux sociaux en tant que capital important pour l'adaptation des ménages face à des chocs (Eakin et al., 2009; O'Brien et al., 2009) (Scoones, 2009).

3.2. Archétype 2 : ménages récemment installés à capitaux limités et exposés uniquement aux stress agro-environnementaux

Installés récemment (**gauche**) cet archétype a moins accès aux terres traditionnelles du Walo et est moins doté en terres irriguées (**haut**). Ses faibles dotations en terres fait qu'il est moins présent dans les GIE et moins contraint à cultiver le riz et la tomate qui sont les principales cultures dans les GIE. Ses faibles dotations en terre expliquent aussi qu'il a plus recours à la location, pour maximiser sa productivité agricole, il s'oriente plus sur le maraichage notamment la culture de l'oignon. Cet archétype est celui qui pratique le plus d'activités extra agricoles ce qui renforce son capital financier lui permettant d'assurer une autonomie dans ses activités notamment agricole, mais aussi d'investir dans des activités à haut rendement économique (**droite**).

Du fait de ses activités agricoles orientées majoritairement dans la culture de l'oignon, il est moins exposé aux stress agro environnementaux (**bas**). Sa faible intégration dans les GIE fait qu'il est moins dépendant du financement bancaire, et du retard de la campagne dû à l'organisation du GIE. Compte tenu de sa faible orientation dans la culture du riz et de la tomate, soumis au crédit agricole solidaire et à l'organisation de la production en GIE, et du fait qu'il a des revenus extra agricoles lui permettant de s'autofinancer, cet archétype est moins touché par les stress financiers et technico organisationnels.

Cet archétype est important à Guédé Chantier et à Agnam Tonguel où les installations sont les plus récentes et où la socio histoire montre que les vagues de migrations progressives se sont installées à Guédé Chantier.

3.3. Archétype 3 : les ménages agricoles pas diversifiés et fortement exposés aux différents stress sauf climatique

Anciennement installé (**gauche**), cet archétype est doté en terres irriguées et faiblement doté en cheptel. Ses dotations en terres irriguées font qu'il est assez présent dans les organisations paysannes (**haut**). Il oriente sa stratégie dans l'agriculture et pratique peu d'élevage et d'activités extra agricoles. Du fait de son importante présence dans les GIE et sa faible diversification, sa stratégie agricole s'oriente vers le riz pour assurer l'autosuffisance en riz du ménage. Concernant les cultures de rente, il choisit la culture de tomate. La tomate et le riz

étant majoritairement cultivés dans la cuvette en passant par le crédit collectif, il est celui qui dispose le moins de sources de revenus (**droite**).

Sa forte spécialisation dans l'agriculture irriguée dans les périmètres organisés en groupement d'intérêt économique, dont l'organisation est très dépendante des décisions de la SAED, du financement de la banque et des groupements, le rendent exposé et sensible aux stress économiques et technico organisationnels (**bas**). L'appartenance à un GIE nécessite souvent beaucoup de coordination qui parfois entraîne un retard pour lancer la campagne ou organiser l'irrigation. Ceci le rend également dépendant du financement de la banque pour aller en campagne. Son absence de diversification dans d'autres activités explique qu'il est plus exposé aux stress économiques. Du fait qu'il ne cultive pas dans les espaces traditionnels soumis aux contraintes hydro climatiques, et du fait qu'il n'oriente pas ses stratégies dans l'élevage, il n'est pas exposé au stress climatique. Tous ces éléments expliquent la diversité des stress auxquels il est exposé.

Cet archétype est important à Guédé Chantier caractérisé également par des installations anciennes depuis la période coloniale, mais très peu orienté dans l'agriculture dans le système traditionnel (Walo).

3.4. Archétype 4 : ménages agricoles anciens, très diversifiés exposés aux stress technico organisationnels et climatiques

Anciennement installé (**gauche**), cet archétype est assez doté en terres irrigués et a accès à des terres dans le Walo. Il est également bien représenté dans les organisations paysannes (**haut**). Sa stratégie est basée sur un système agricole irrigué et traditionnel et d'élevage mixte (**droite**). La diversité de ses sources de revenus fait qu'il est moins exposé au stress économique.

Sa forte présence dans les organisations paysannes le rend dépendant de l'organisation de la culture par les GIE ce qui explique le fait qu'il est le plus exposé (**bas**) aux stress technico organisationnels liés notamment au retard dans le calendrier cultural notamment dans la disponibilité des intrants, ou dans l'organisation de l'irrigation des parcelles. Il est également exposé aux stress climatiques du fait de ses dotations en cheptel pour lequel la sécheresse

constitue un obstacle pour la disponibilité en nourriture du bétail. L'exposition à la sécheresse peut s'expliquer aussi par le fait qu'il cultive les espaces traditionnels du Walo.

On retrouve cet archétype à Guédé Village et Lérabé. En faisant le lien avec la socio histoire, ceci est cohérent du fait que Guédé Village et Lérabé sont les deux villages les plus anciens du système irrigué, et d'ailleurs, le village actuel de Guédé Chantier est construit sur les anciennes terres de ces deux villages. Pour Guédé Village ceci est cohérent dans le sens où c'était le village qui était là depuis les premières attributions mais aussi qui a accès à différents espaces de productions (Cuvette, UT, PIP).

A Lérabé les accès à la terre sont très limités dans la cuvette du fait qu'ils étaient opposés aux aménagements lors de la période coloniale, ce qui explique leur accès très limité aux périmètres de la cuvette de Guédé Chantier.

L'archétype 4 anciennement installé et diversifié dans l'agriculture irriguée et traditionnelle est celui qui adopte le plus la stratégie de recours au réseau social. Ceci s'explique d'abord par son ancienneté lui donnant accès à plus d'organisations paysannes qui fait qu'il connaît beaucoup de personnes, mais aussi par le système d'entraide qui a toujours caractérisé l'agriculture traditionnelle. Les entretiens sur les histoires de vies et l'histoire de l'agriculture que nous avons effectués ont montré que l'agriculture traditionnelle se caractérisait notamment par un système de solidarité entre les différents foyers qui s'entraidaient à tour de rôle lors des différentes opérations culturales notamment la récolte. Ceci peut expliquer le fait que les ménages de ce type aient gardé ce système d'entraide et aient plus de possibilités à solliciter d'autres personnes en cas de choc.

3.5. Archétype 5 : ménages à capitaux très limités mais moins exposés aux différents facteurs de stress

Installé récemment (**gauche**), cet archétype se caractérise par un accès limité à la terre avec des dotations en terres irriguées faibles. Il est également faiblement doté en cheptel et a très peu accès aux activités extra agricoles (**haut**). Il dépend majoritairement des transferts des membres de la famille en dehors du village (**droite**). La faible diversification de ses activités l'expose au stress économique, ce qui le renferme dans un cercle vicieux où il n'arrive pas à

trouver des ressources pour diversifier ses activités. Compte tenu de leurs implications limitées dans différents moyens de subsistances basées sur la terre, sur le pastoralisme, ils sont les plus faiblement exposés aux différents stress (**bas**).

Cet archétype est important à Guédé Chantier du fait des installations récentes, à Lérabé caractérisé aussi par des de faibles dotations en terres irriguées. Il est moins présent à Guédé Village qui a plus accès à la terre (irriguée et non irriguée) et peu présent à Madina Fresbé où les ménages ont des dotations en cheptel assez importants.

L'utilisation du modèle pour analyser la dynamique de la vulnérabilité de chaque archétype a permis de voir comment dans différents contextes les ménages ont accès et mobilisent des ressources pour produire des activités et assurer les besoins du ménage. Elle montre comment les stratégies que les ménages mettent en place peuvent être à la source de nouveaux stress ou exacerber les stress existants. Ceci traduit la complexité qui entoure la vulnérabilité des ménages.

Dans notre analyse nous démontrons que le contexte historique de mise en place de l'irrigation a modifié le contexte dans lequel les ménages ont accès aux différentes ressources, sont exposés aux différents stress conditionnant ainsi leurs capacités à faire face aux stress. Nos résultats sont cohérents avec les travaux de Thomas et al (2019) qui montrent que la vulnérabilité peut s'expliquer par la différence d'exposition aux stress, mais en grande partie par les processus sociaux et économiques dans le temps et dans l'espace. La vulnérabilité différentielle des ménages tient de la période et du lieu d'installation qui orientent l'accès et la structure des ressources. Ceci définit les capacités des ménages à convertir ces ressources en activités et revenus stratégiques pour survivre à la faiblesse des moyens d'existence dans des conditions de détérioration, ainsi qu'à la sécurité des moyens d'existence dans des conditions économiques améliorées (Ellis, 2000; Adger, 2006).

Conclusion

Les chapitres précédents nous ont permis de voir l'hétérogénéité qui caractérise les ménages et leurs vulnérabilités. L'objectif de ce chapitre était de faire une synthèse sur cette

hétérogénéité et de décrire la construction, l'évolution et la dynamique de la vulnérabilité et les facteurs différentiels de la vulnérabilité entre les ménages.

En faisant la synthèse des grandes lignes des chapitres précédents, l'approche des archétypes mobilisée ici a permis de catégoriser 5 types de ménages en fonction de leurs différentes formes de vulnérabilité. Ensuite, puisque la vulnérabilité n'est pas statique, nous avons proposé un modèle d'analyse de la dynamique de la vulnérabilité. Ce modèle permet de mettre en dynamique l'histoire, les dotations en ressources, les stratégies de subsistances, les stress analysant ainsi une vulnérabilité différentielle qui est fonction de multiples facteurs internes et externes en interactions.

L'analyse par les archétypes nous a permis d'acquérir une compréhension systémique des facteurs et processus qui génèrent des résultats variables de vulnérabilité (Oberlack et al., 2016). Elle nous a permis d'identifier et d'expliquer les processus clés qui génèrent la vulnérabilité

Le fonctionnement du système irrigué de Guédé résulte d'une multitude de facteurs dynamiques : la vulnérabilité des ménages du système irrigué est la conjonction de facteurs sociaux, historiques, économiques, géographiques et environnementaux interdépendants. La vulnérabilité des ménages s'est construite au cours des transformations socio écologiques qu'a connu le système irrigué depuis la période coloniale à nos jours.

Ce travail illustre le lien fort qui existe entre la vulnérabilité, et l'histoire, la géographie, l'accès aux ressources, les activités des moyens d'existence les expositions aux différents facteurs de stress. Comme l'ont montré les travaux (O'Brien *et al.*, 2007; Eakin *et al.*, 2009), pour comprendre la vulnérabilité et les implications de l'adaptation, il est nécessaire d'éclairer les interactions complexes de cause et conséquence des actions et décisions à différentes échelles spatiales et temporelles.

Conclusion /Discussion

1. Démarche générale de la thèse et résultats principaux

1.1. Démarche de la thèse : une analyse dynamique de la vulnérabilité

Cette thèse s'intègre dans la problématique générale de la vulnérabilité des ménages qui cultivent dans les périmètres irrigués et questionne la dynamique de la vulnérabilité en lien avec l'introduction de l'irrigation.

En étudiant le cas spécifique du système irrigué de Guédé situé au nord du Sénégal, l'objectif général de cette thèse était d'analyser la construction, l'évolution et la différenciation de la vulnérabilité des ménages depuis l'introduction des aménagements hydro-agricoles.

La question générale à laquelle cette thèse a tenté de répondre est de savoir **dans quelle mesure la mise en place de l'irrigation peut avoir modifié les configurations socio-spatiales, économiques des ménages et participer à la construction, l'évolution et la réduction de la vulnérabilité des ménages agricoles qui cultivent dans les systèmes irrigués ?**

Nous avons d'abord exploré la littérature sur la vulnérabilité pour faire le point sur les connaissances existantes et les approches d'analyses de la vulnérabilité. La littérature sur la vulnérabilité nous a montré une diversité épistémique, théorique, méthodologique et une diversité de perspectives abordées par des disciplines différentes sur des objets et des sujets différents. Cette diversité de perspectives bien que rendant l'utilisation du concept et son analyse difficile, est tout aussi intéressante dans le sens où elle nous apportait une compréhension plus approfondie à la fois à l'intérieur de chaque discipline et par l'interaction entre elles (Zawroski et al.,2012).

La littérature a montré également que la réflexion sur la vulnérabilité a tendance à aboutir à une préoccupation pour la mesure plutôt que pour la compréhension (Zawroski et al., 2012) alors que les états et les processus à travers lesquels la vulnérabilité émerge et se maintient dans le temps devraient être la préoccupation première pour une intervention efficace permettant de réduire la vulnérabilité (McDowell and Hess, 2012). Aussi, plusieurs travaux s'accordent sur le fait que l'exposition, la sensibilité et la capacité d'adaptation ne sont pas

statiques mais varient considérablement dans le temps, l'espace, et les sous populations, tout comme les dommages subis (Turner et al., 2003a; O'Brien et al., 2004; McDowell and Hess, 2012). De ce fait, les états et les processus à travers lesquels la vulnérabilité des ménages émerge et se maintient dans le temps restent peu compris (O'Brien et al., 2004 ; Reid et Vogel.,2006). Aussi, ces dernières années, une littérature à propos de la vulnérabilité à plusieurs facteurs de stress émerge et soutient que les populations sont soumises à une multiplicité de conditions contextuelles et une diversité de facteurs de stress, et la vulnérabilité et les réponses locales aux chocs aux changements ne peuvent être comprises qu'en examinant les interactions entre facteurs de stress (Belliveau et al., 2006; Reid and Vogel, 2006a; O'Brien et al., 2007; Westerhoff and Smit, 2008).

Notre objectif d'analyser la vulnérabilité dans une perspective dynamique s'est située dans le même sillage que ces réflexions et sous-tend que la vulnérabilité est à la fois un état et un processus dont l'analyse doit attirer l'attention sur l'importance du contexte dans lequel la vulnérabilité est étudiée, mais aussi tenir compte de la dynamique et la complexité des composantes de cette vulnérabilité. Nous portons une attention particulière aux facteurs sous-jacents qui façonnent la vulnérabilité et les interactions entre ces facteurs.

Ensuite, il est essentiel de noter que la vulnérabilité a fait l'objet d'analyses par des méthodes diverses mobilisées par plusieurs disciplines. Dans une perspective pluridisciplinaire et systémique, nous avons mobilisé plusieurs cadres conceptuels qui questionnent la vulnérabilité sous différents angles comme l'approche des trajectoire (Spiegelberger et al., 2018), le cadre des moyens d'existences (Chambers and Conway, 1991; Scoones, 1998) ou encore le cadre d'analyse dynamique de la vulnérabilité (Turner et al., 2003a).

Pour une analyse systémique et pluridisciplinaire, il paraissait essentiel de mettre un accent important sur l'endogénéisation des déclarations des populations avec une analyse qui part du contexte de vie des agriculteurs. Notre réflexion sur la vulnérabilité a fortement mobilisé le récit argumenté et critique des populations sur leur contexte de vie en termes de contraintes et d'opportunités.

Premièrement, pour analyser la dynamique de la vulnérabilité, donc la construction, l'évolution et la différenciation de la vulnérabilité, il paraissait essentiel de questionner dans

une dimension diachronique la trajectoire historique du système étudié. A partir des événements marquants vécus ou relatés par les enquêtés lors des entretiens, nous avons proposé une reconstitution de l'histoire à « dire d'acteurs » combinée avec des données d'archives et des données de la littérature grise. L'objectif de cette analyse socio historique était de retracer les différents changements qui sont intervenus depuis la mise en place des aménagements à nos jours, et de comprendre la vulnérabilité actuelle à la lumière des événements du passé.

Deuxièmement pour caractériser la diversité des ménages, nous avons procédé à une typologie statistique multivariée pour identifier des ménages types en fonction de leurs dotations en facteurs de productions, de leurs activités, de la structure de leurs revenus, et de leurs périodes d'installation. L'objectif de cette typologie était d'identifier les facteurs de différenciation de la population observée.

Troisièmement dans notre objectif d'analyse dynamique de la vulnérabilité, nous avons questionné, non pas une vulnérabilité spécifique, mais la vulnérabilité à différents facteurs de stress. L'objectif était de comprendre les différentes expositions et sensibilités qui peuvent entraver les moyens d'existences des ménages et saper leurs capacités à faire face aux effets d'un choc. Nous avons questionné les différents facteurs de stress auxquels les ménages sont confrontés. Dans notre analyse de la vulnérabilité, l'exposition et la sensibilité sont caractérisées en considérant les facteurs de stress déclarés par les ménages. Les déclarations des personnes interrogées sont analysées et nous les avons interprétées en nous appuyant sur des résultats issus des entretiens et des enquêtes.

Ensuite, parmi la diversité des facteurs de stress évoqués, nous avons fait un focus sur le stress économique. Nous avons analysé la vulnérabilité à l'insécurité économique des ménages qui correspond pour nous au risque de se retrouver sous un seuil de revenu suffisant pour faire face à ses besoins ou à des chocs. L'objectif était de questionner les déterminants de la vulnérabilité à l'insécurité économique des ménages et de comprendre les facteurs qui expliquent que certains ménages s'en sortent mieux ou moins bien économiquement. D'abord les revenus et tous les équivalents monétaires des ménages sont reconstitués. Ensuite, une catégorisation des ménages en classes de revenus est effectuée en appliquant des seuils de sécurité économique. Enfin les facteurs de différenciation des revenus entre les catégories de

ménages sont analysés et des tests permettant de valider la significativité des moyennes ont été appliqués.

Enfin, en partant de la synthèse des différents chapitres, qui nous ont permis d'expliquer l'hétérogénéité et la complexité qui caractérisent la vulnérabilité des ménages du système irrigué, nous avons proposé des archétypes de vulnérabilités. En s'inspirant des cadres conceptuels que nous avons mobilisé tout au long de la thèse qui questionnent la vulnérabilité sous différents angles à savoir l'approche des trajectoire (Spiegelberger et al., 2018), le cadre des moyens d'existences (Chambers et Conway, 1991; Scoones, 1998) ou encore le cadre d'analyse multidimensionnel de la vulnérabilité (Turner et al., 2003b), nous avons proposé un modèle d'analyse dynamique de la vulnérabilité qui fait le lien entre l'histoire, les dotations en ressources, les activités et la richesse, les stress et met en évidence leurs interactions. Ce modèle d'analyse dynamique a été appliqué aux archétypes. Ceci nous a permis de mettre en évidence comment ces différents facteurs interagissent pour façonner la vulnérabilité des ménages.

Ce modèle d'analyse est original dans le sens où il s'est construit suite aux enseignement tirés des différentes analyses et dans le sens où il se fonde sur l'endogénéisation des populations, c'est-à-dire une réflexion qui part des déclarations des populations et accorde une importance au contexte.

1.2. Résultats principaux

L'analyse socio historique nous a permis de reconstituer les grandes étapes de la mise en place des aménagements dans le système irrigué de Guédé et d'analyser la manière dont elle est argumentée et critiquée par les populations. L'interprétation de la situation actuelle par le biais de l'histoire orale montre que la vulgarisation et le soutien de l'agriculture irriguée a entraîné un abandon progressif des zones de cultures traditionnelles (Walo, Diéri) au profit d'une agriculture peu diversifiée. L'analyse montre également que le déboisement pour aménager les périmètres a entraîné une disparition de certaines ressources ligneuses, ce qui constitue une perte d'options de moyens d'existences pour les ménages entraînant une pression supplémentaire sur les ressources disponibles. Les réformes apportées ont déstabilisé l'équilibre que les populations trouvaient dans la combinaison de différentes activités de

productions (agriculture, élevage, pêche) et ont modifié l'accès aux ressources. L'analyse socio historique montre que l'introduction de l'irrigation à Guédé a modifié les relations sociales, spatiales, économiques et environnementales introduisant un nouveau système de production et conduisant à une reconfiguration du système d'activité à laquelle les populations doivent s'adapter.

La typologie nous a permis de voir la diversité qui caractérise les ménages du système irrigué. Cette diversité s'apprécie à travers les ressources et les activités que les ménages pratiquent constituant leurs stratégies pour éviter ou faire face à la vulnérabilité. L'analyse globale nous montre que de manière assez hétérogène, les différents types identifiés ont tous accès à l'irrigation, et sont tous engagés dans des stratégies de diversification (agricoles ou non agricoles) différentes qui peuvent s'apprécier à travers la diversité des activités et des sources de revenus. Le choix du type de stratégie est déterminé par les opportunités ou les contraintes dans l'accès aux ressources. Ces contraintes et opportunités sont fortement façonnées par l'histoire (période d'installation) et la géographie (lieu d'installation). A travers les résultats de ce chapitre, nous considérons que le processus historique de la mise en place des infrastructures hydro-agricoles à Guédé définit fortement les conditions d'accès des ressources (terre, eau...) par les ménages. Les dotations différenciées conditionnent les opportunités et les contraintes distinctes des moyens d'existence entre ménages agricoles.

L'analyse des facteurs de stress met en évidence une exposition différentielle des ménages à des stress endogènes et exogènes. Elle a permis d'affiner la typologie et montre que la gamme de stress auxquels les ménages sont exposés est très fonction des ressources dont ils disposent mais aussi des activités qu'ils choisissent ou qu'ils ont l'opportunité de faire. L'analyse montre que la différenciation dans l'accès aux ressources, dans les activités et dans les revenus peut expliquer des expositions et des sensibilités différentielles aux différents facteurs de stress auxquels un ménage peut être confronté.

L'analyse des stress montre que les différents stress et les moyens d'existences interagissent et façonnent la vulnérabilité à d'autres stress mettant ainsi en évidence l'interconnexion des différents facteurs de stress et leurs impacts sur la vulnérabilité actuelle qui va définir la vulnérabilité future.

L'analyse de la vulnérabilité à l'insécurité économique a permis de mettre en évidence la forte pauvreté et les fortes inégalités entre les ménages du système irrigué, avec 75% des ménages qui sont en dessous du seuil de pauvreté par actif défini selon le critère défini par l'Agence nationale de la statistique et de la démographie au Sénégal. Les résultats de notre analyse identifient les ménages les plus vulnérables économiquement comme ceux qui sont faiblement dotés en capitaux avec de faibles accès à la terre et un faible réseau social. Les peu vulnérables disposent d'une autonomie financière leur permettant de ne pas se soumettre aux contraintes du crédit bancaire et du retard de la campagne dû à la dépendance par rapport à l'accès aux intrants. L'analyse montre également que les ménages sont tous engagés dans des stratégies de diversification, quelle que soit leur classe de revenu. Les plus vulnérables faiblement dotés en ressources pratiquent une diversification de survie en pratiquant des activités non agricoles à faible rendement pour assurer leur survie et éviter de sombrer dans la pauvreté. Plus dotés en ressources, les peu vulnérables ont accès à des options de diversification plus lucratives. Cette analyse attire l'attention sur le fait que, même si la diversification est très encouragée et constitue une stratégie de survie et de gestion du risque dans les économies pauvres notamment en milieu rural, toutes les diversifications vers des activités rémunératrices agricoles et non agricoles n'offrent pas les mêmes avantages.

Enfin, l'analyse montre que les superficies détenues par les ménages sont beaucoup trop petites pour couvrir les charges de productions et les besoins alimentaires et monétaires des ménages. La production du travail agricole par jour est très faible et l'agriculture, à elle seule n'offre pas des moyens de subsistance suffisants pour assurer la sécurité des ménages.

La synthèse des différents chapitres a permis d'identifier cinq archétypes de vulnérabilités des ménages dans le système irrigué de Guédé montrant que les déterminants de la vulnérabilité sont répartis de manière hétérogène entre les ménages et les villages et sont façonnées par la trajectoire historique du système irrigué, l'accès aux ressources, les opportunités pour tirer parti des ressources (adaptations), comme les activités et les revenus. Les stress auxquels les ménages sont exposés sont parfois des résultantes des adaptations. L'identification de ces archétypes qui a pris en compte cette hétérogénéité nous a permis une interprétation systémique des processus qui fondent la vulnérabilité des ménages contribuant à une meilleure compréhension de l'hétérogénéité et de la complexité de cette vulnérabilité.

Les résultats de notre recherche vont dans le même sens que ceux de Mc. Dowell et Hess (2012) et montrent que la vulnérabilité est un état et un processus qui change au fil du temps, en fonction des opportunités et à mesure que les multiples facteurs de stress s'aggravent réduisant les capacités des ménages à accéder et stabiliser leurs moyens d'existence. Les facteurs de stress et l'adaptation sont ainsi liés car les facteurs de stress épuisent les ressources disponibles pour l'adaptation, tandis que l'adaptation peut éroder les ressources disponibles pour répondre aux futurs facteurs de stress.

Notre recherche, à la fois, conceptuelle et empirique nous a permis d'intégrer l'analyse de la vulnérabilité dans des cadres systémiques complexes sous un angle pluridisciplinaire. Mettant en avant les contextes et la causalité non linéaire, notre réflexion va dans le même sens que celle de Zarowsky et al. (2013) et soutient que la vulnérabilité est à la fois un marqueur et une propriété émergente d'interactions dynamiques. En ce sens elle est à la fois un état et un processus. Ce travail attire l'attention sur les interactions dynamiques qui relient le contexte, les ressources, les stratégies, les stress qui sont interconnectés et se renforcent en l'absence d'interventions efficaces. Le processus de construction de la vulnérabilité est déterminé par la combinaison de la condition initiale et le contexte des ménages et du système dans lequel ils évoluent. Ceci détermine l'exposition et la sensibilité à des facteurs de stress susceptibles d'affecter leurs moyens d'existence. Ce processus de la vulnérabilité est aussi fonction des capacités dont disposent les ménages pour gérer ses stress et leurs conséquences.

Nos résultats contribuent à comprendre comment la connaissance des processus qui construisent et font évoluer la vulnérabilité peut mieux soutenir les agriculteurs installés dans des systèmes irrigués et confrontés à de multiples facteurs de stress.

2. Implications de nos résultats sur les politiques et actions d'adaptation

Il est avancé qu'une meilleure compréhension des processus qui fondent la vulnérabilité des agriculteurs est essentielle pour permettre des politiques d'adaptations ciblées et appropriées. (Adger et Vincent 2005). Nous discutons ici les implications de nos résultats pour les réponses d'adaptations.

2.1. Réfléchir sur les causes profondes de la vulnérabilité et prendre en compte les spécificités dans les interventions d'adaptation

L'analyse nous montre une vulnérabilité qui s'est construite avec des cheminements et des liens au fil du temps, des contraintes et des opportunités. Ainsi comme le souligne Rachel et al (2014), deux ménages peuvent avoir la même base d'actifs et les mêmes moyens de subsistances, dans des endroits différents et des contextes différents ils seront ancrés dans différents systèmes sociaux, politiques ou économiques.

La compréhension des processus qui façonnent la vulnérabilité pourrait être mobilisée pour réfléchir sur un meilleur ciblage de l'adaptation. Nos différents archétypes mettent en évidence des ménages très vulnérables, mais du fait de l'hétérogénéité qui caractérise leur vulnérabilité, des réponses nuancées sont nécessaires (Sietz et al., 2011). Comme le montrent les travaux de (O'Brien *et al.*, 2007), l'adaptation et les stratégies ne réduisent pas automatiquement la pauvreté des ménages, tout comme la réduction de la pauvreté et les activités n'améliorent pas automatiquement la capacité à répondre aux contraintes.

Également les politiques d'amélioration des conditions de vies encouragent la diversification des activités. Nos résultats montrent que la diversification permet d'assurer la sécurité économique de beaucoup de ménages mais pour certains, la diversification n'assure pas toujours la sécurité du ménage. Nos travaux concordent avec ceux de Loison (2015) et montrent que les plus vulnérables pratiquent une diversification axée sur la survie en s'engageant dans des activités non agricoles à faible rendement par nécessité pour assurer leur survie, réduire leur vulnérabilité ou éviter de sombrer plus profondément dans la pauvreté. A contrario, les ménages les mieux dotés en ressources sont plus susceptibles d'accéder à des opportunités de diversifications plus rentables. Ceci montre que toutes les diversifications vers des activités rémunératrices agricoles ou non agricoles n'offrent pas les mêmes avantages et tous les ménages n'ont pas le même accès aux options de diversification les plus lucratives.

2.2. Anticiper la maladaptation

L'objectif de mettre en place les systèmes irrigués était en partie de faire face aux contraintes hydro climatiques et améliorer les conditions de vie des populations qui vivent de l'agriculture. Pourtant, l'analyse de la trajectoire socio historique du système irrigué de Guédé à travers

notamment le récit de vie des populations nous a montré que la mise en place de l'irrigation a exposé les ménages du système irrigué à des conditions nouvelles et inconnues. Même si certains ont pu tirer parti de ces nouvelles conditions, la majorité des personnes enquêtées sont confrontées à différentes vulnérabilités. Ceci révèle que les processus d'adaptation ne produisent pas toujours les résultats souhaités, et introduit la question de la maladaptation. Celle-ci fait référence à des stratégies d'adaptations qui produisent des réponses inadaptées (Eriksen et al., 2015) autrement dit, il s'agit d'une tentative de réduction de la vulnérabilité qui produit l'effet contraire (Barnett and O'Neill, 2010) Selon Barnett et O'Neill (2010) si les politiques et programmes d'adaptations sont mal conçus, ils érodent les options d'adaptations des agriculteurs et rendent leurs conditions socio-économiques difficiles. Réfléchir sur la maladaptation que peuvent générer des décisions d'adaptation est essentiel pour réduire la vulnérabilité et pour concevoir des interventions.

Cette maladaptation peut se dérouler à différentes échelles. A l'échelle du ménage par exemple, nos résultats montrent que les stress auxquels les ménages sont confrontés sont aussi des résultantes des adaptations qu'ils mettent en place pour satisfaire leurs besoins et stabiliser ou faire fructifier leurs moyens d'existences. Ces résultats soutiennent que les stratégies de réponses peuvent faire basculer et rebondir la vulnérabilité ce que confirme la littérature existante (Asare-Nuamah et al., 2021). Cette réflexion qui attire l'attention sur la prise en compte de la maladaptation révèle que si la vulnérabilité préexiste aux interventions, elle peut aussi découler ou être accentuée par des actions individuelles, ou par la façon dont les institutions et les discours interprètent la réalité et la rendent susceptible de connaître une intervention (Zawrosky et al., 2012).

La façon dont la vulnérabilité est conçue influence la façon dont l'adaptation est conçue. Questionner la maladaptation à travers une analyse des causes profondes et la dynamique de la vulnérabilité devrait permettre de s'écarter des perspectives déterministes (Bassett and Fogelman, 2013). Les politiques et stratégies doivent s'inscrire dans une perspective à long terme pour permettre un examen critique des menaces qui peuvent en découler. Ceci devrait permettre de réduire la vulnérabilité et limiter les risques de maladaptation.

2.3. Prendre en compte les interdépendances pour éviter les transferts de vulnérabilité

Les résultats de notre recherche montrent un lien entre différents éléments en interactions qui sont à la base de cette vulnérabilité dynamique. Pour une adaptation fructueuse et durable nos résultats suggèrent la prise en compte des interdépendances pour éviter les transferts de vulnérabilité. Utilisé par (Barreteau et al., 2020), pour mieux aborder la problématique de la coordination dans les projets et programmes, ces auteurs définissent les transferts de vulnérabilité comme une augmentation de la vulnérabilité d'une communauté X due aux actions entreprises par une communauté Y pour réduire sa propre vulnérabilité.

L'adaptation d'un individu ou groupe peut constituer des risques sociaux, économiques, environnementaux, sanitaires pour d'autres et participe à la réduction des capacités d'adaptation des ménages.

Notre analyse montre que pour répondre à cet objectif d'intensification agricole, le nouveau système de production encourage l'utilisation de produits agrochimiques et d'intrants par les agriculteurs. Même si nous ne l'avons pas traité explicitement, nos entretiens avec les populations locales évoquent les actions d'agents qui génèrent des impacts au-delà de leur « juridiction » (Barreteau et al., 2020).

« Le côté négatif c'est qu'il y a eu recrudescence de certaines maladies hydriques, telle que la bilharziose, et d'autres maladies diarrhéiques et finalement les empoisonnements au glyphosate et autres. Il y va de même pour le bétail qui va souvent paître dans les eaux polluées. Malheureusement pour ce bétail qui vient paître dans ce champs-là, il ramasse beaucoup de résidus chimiques et beaucoup de vaches sont malades à cause de ça. Et il y a même les poissons aussi, parce qu'il y avait un système d'exhaure qui ramenait l'eau des drains dans les marigots avec de l'eau polluée, ou des pesticides qui retournent dans le marigot et les gens se baignent dans ce marigot et certains même boivent dans ce marigot là. Il y a certains qui souffrent de dermatose avec les produits chimiques. Nos enfants, sont tous infectés par cette bilharziose-là, cette maladie qui est devenue endémique ici. Ils sont tous malades, chaque année à l'école on fait des campagnes de déparasitage ça marche, mais le lendemain ou le surlendemain, ça revient, ça récidive, pourquoi, parceque l'enfant est retourné dans les rizières, dans le canal se baigner là-bas et 'est là où il y a le problème » Entretien_19.

La littérature montre que l'utilisation des productions agrochimiques peut s'infiltrer dans le sol, et dans les plans d'eau voisins compromettant la santé des socio écosystèmes qui y

dépendent (Nelson et al., 2010). Ces impacts déclarés prédisposent les populations à des maladies. Pour se soigner, ils sont obligés de puiser sur leurs ressources financières, ce qui réduit leur capacité d'adaptation pour des populations dont le niveau économique est déjà faible.

Également dans le système irrigué, la pêche faisait partie intégrante du système de production avec une longue tradition de pêcheurs installés sur les bordures du fleuve. La pollution de l'eau par ces produits chimiques peut présenter des impacts sur leurs activités réduisant leurs opportunités de diversification off farm.

De même, l'utilisation de produits chimiques impacte la biodiversité agricole qui pourtant essentielle pour la sécurité alimentaire et nutritionnelle ainsi que pour l'amélioration de l'adaptation des populations (Frison et al., 2011).

La complexité de la vulnérabilité telle que nous l'a montré notre analyse souligne la nécessité d'aborder les interdépendances entre les différents acteurs de l'adaptation pour éviter les transferts de vulnérabilité. L'approche développée par (Barreteau et al., 2020) suggère d'identifier ex ante avec les agents les flux invisibles et immatériels pour capturer les interdépendances serait une voie pour mieux comprendre les vulnérabilités et éviter les externalités de l'adaptation.

3. Positionnement de notre travail sur le débat des impacts des systèmes irrigués

En 1960, environ 10 % des terres cultivées étaient irriguées ; aujourd'hui, ce sont 18 % des terres qui le sont, lesquelles produisent plus de 40 % des besoins alimentaires mondiaux avec une productivité trois fois supérieure à celle de l'agriculture pluviale (Bouarfa et al., 2017).

L'apport des systèmes irrigués pour les populations et les activités fortement dépendantes des aléas climatiques a été bien documenté. De nombreuses études empiriques ont analysé le lien entre l'irrigation et la vulnérabilité. Dans les milieux arides, l'agriculture irriguée permet de compenser les retards ou les changements dans les régimes pluviométriques et les sécheresses intermittentes (Barreteau, 1998; Bouarfa et al., 2017; Adetoro et al., 2022).

Dans la vallée du fleuve du fleuve Sénégal, avant l'introduction de l'irrigation, le système de production s'est toujours basé sur l'alternance de l'agriculture pluviale et l'agriculture de décrue en début de saison sèche. Le milieu est caractérisé par une forte variabilité spatiale et temporelle avec des pluies peu abondantes et mal réparties, et les crues du fleuve très variables (Bonfond, 1982). L'introduction de l'irrigation fait passer l'économie agricole de la vallée d'un système de production extensive dépendante des conditions climatiques à une maîtrise de l'eau avec une agriculture intensive basée sur le travail et le capital (Le Roy, 2007). Pour (Boutillier, 1989), l'aménagement hydro-agricole de la vallée du fleuve Sénégal représente à la fois une rupture brutale avec tout le passé économique et social de la région et un formidable pari sur son avenir.

Comme documenté par les travaux de (Bonfond, 1982), à Guédé l'introduction de l'irrigation a favorisé la présence d'eau douce toute l'année en quantité suffisante ce qui permettait la réalisation de trois campagnes, et l'utilisation de variétés à haut rendement. Ceci présente des avantages pour la sécurité alimentaire permettent d'améliorer la disponibilité et l'accessibilité de la nourriture pour les populations.

L'analyse de nos entretiens montrent que l'irrigation a permis de faire face à l'aléa climat et de rendre possible l'agriculture dans des espaces à l'origine difficiles à cultiver comme en atteste cet agriculteur :

« Les aménagements ici, oui ils ont beaucoup changé, bien sûr il y a un côté positif quand même, l'irrigation devient facile, les terres plus ou moins mieux nivelés, et le réseau d'irrigation bien que nous l'ayons détruit, il n'était pas mal du tout » Entretien2.

Dans d'autres régions les mérites de l'irrigation ont été documentés. Les travaux de Adetoro et al. (2022) par exemple qui ont étudié l'impact de l'irrigation sur le bien-être et la vulnérabilité à la pauvreté en Afrique du Sud montrent les agriculteurs irrigants ont réduit leur indice d'écart de pauvreté de 20%, leur gravité de pauvreté de 22% et augmenté leur consommation alimentaire par habitant de 44 %. Aujourd'hui, si l'agriculture irriguée permet des avantages dans l'amélioration de la productivité et de la sécurité alimentaire des populations, elle est aussi à la base de fortes inégalités avec des avantages et des contraintes inégalement répartis (Bouarfa et al., 2017).

Le nouveau système de production imposé par l'introduction de l'irrigation repose sur l'utilisation d'intrants : semences améliorées, fertilisants, herbicides, produits phytosanitaires, et réorganise les paysans en producteurs collectifs. Les résultats issus de notre analyse des revenus des ménages montrent une forte pauvreté et de fortes inégalités entre les ménages du système irrigué. Cette situation est quasiment similaire à celle de la quasi-totalité des cuvettes de la basse et de la moyenne vallée du fleuve Sénégal (Le Roy, 2007; Bélières et al., 2013a). Ces résultats sont en cohérence avec les travaux de Tapsoba *et al.* (2018), sur l'analyse des impacts des périmètres irrigués sur la pauvreté dans le périmètre irrigué de Bagré au Burkina Faso qui montrent des résultats mitigés avec une pauvreté qui demeure importante en zone irriguée (plus de 30% des ménages), soit à un niveau de pauvreté quasi similaire à celui de la zone pluviale alentour.

L'analyse de nos données laisse voir une profonde différenciation dans l'accès à la terre. Les résultats de notre analyse identifient les ménages les plus vulnérables économiquement comme ceux qui sont faiblement dotés en terres avec des superficies moyennes en irrigué relativement petites pour couvrir les besoins alimentaires et monétaires des ménages. Ces superficies, inégalement réparties montrent que 14,8% des ménages n'ont pas accès à la terre, 12% ont une superficie inférieure à 0,25 et 20% disposent entre 0,25 et 0,50ha de superficie irriguée. 14,8% des ménages sont sans terres tandis que 20% des ménages concentrent 90% de la superficie totale en irriguée.

Notre travail montre que si la propriété foncière est importante pour permettre d'assurer la productivité agricole, elle n'empêche pas la vulnérabilité des ménages. Ceci est en cohérence avec les travaux de Brugere & Lingard (2003), qui démontrent que dans les pays en développement, les actifs fonciers ne démontrent pas nécessairement la sécurité des moyens de subsistance. Les déséquilibres dans les accès aux ressources comme la terre se combinent aux déséquilibres dans l'accès aux finances et constituent des entraves pour les capacités d'adaptations des ménages. Nos données montrent une différenciation dans les revenus agricoles et extra agricoles. Il existe d'importants écarts dans la différenciation économique sur une base de performance économique traduites par les revenus (Le Roy, 2004). Les ménages ayant accès à des revenus peuvent par l'autofinancement pratiquer des cultures à haut rendement et s'enrichir. Pour (Le Roy, 2004) qui observe la même tendance à Podor,

l'équité initiale promue dans la mise en place de l'irrigation se substitue à « l'écrémage » pour l'accès au financement.

« Beaucoup de GIE sont arrêtés maintenant par contrainte de dettes à la banque. Les gens ont des moyens tellement limités que vous entrez dans le casier et vous trouvez des terres qui sont restées pendant deux ans, trois ans sans être exploitées, et ces terres la restent en friche, et il y a d'autres plantes qui poussent des arbres même, voilà, ce qui ne devait pas être. C'est parceque, ils n'ont pas les moyens d'exploiter, d'emblaver tout ça, parceque ça demande de l'argent, parce qu'il faut un tracteur, il faut payer, il faut de l'eau, il faut payer et si vous n'avez pas suffisamment de moyens propres vous êtes obligés d'aller à la banque, vous allez à la banque vous prenez un crédit là-bas, et vous ne pouvez pas prendre un autre crédit tant que vous n'avez pas remboursé donc, et parfois aussi, c'est d'autres personnes qui ne sont pas des riziculteurs généralement, c'est des maraichers qui viennent demander à ce que l'on loue la terre, ils mettent des oignons généralement, ensuite, ils récoltent et ils s'en vont, vous voyez ». Entretien

19

Les ménages qui s'en sortent mieux économiquement sont ceux qui ont une autonomie financière leur permettant d'investir dans des cultures à haut rendement, ceux qui privilégient plus les activités extra agricoles et ceux qui ont des superficies agricoles en irrigué importantes, or seul 3% des ménages possèdent plus de 0,5 ha par actif.

L'analyse montre que la diversification pourtant considérée comme une stratégie essentielle pour les ménages, est souvent rentable pour ceux qui ont des revenus leur permettant d'investir sur d'autres activités.

Ainsi, les inégalités sociales sont évidentes dans la vulnérabilité et accentuent trois dimensions essentielles : le niveau initial de bien être, le degré d'exposition au risque et la capacité à gérer le risque de façon efficace (Eriksen et al., 2005).

La vision transformatrice des systèmes d'activités est restée économique et dans une moindre mesure technologique. Elle n'a cependant pas pris en compte les systèmes des moyens d'existence avec leurs vulnérabilités propres et spécificités des systèmes socio écologiques sur lesquels ils reposent (Droy and Morand, 2013).

Bien que les systèmes irrigués augmentent la capacité de production et limitent la sensibilité vis-à-vis de la sécheresse, les résultats de notre analyse montrent que l'irrigation en modifiant l'organisation du système socio écologique en place et le système de production, expose les agriculteurs à une multiplicité de stress. Ces vulnérabilités qui se créent ou se renforcent tirent leurs sources du surcout de cultures intensives et de la forte dépendance au marché à l'emprunt bancaire. En plus, les contraintes à la gestion collective limitent les opportunités des agriculteurs et les contraignent à un accès au financement conditionné par un crédit solidaire. Dans certains cas cette organisation collective entraîne un retard ou annulation de campagne dû à une mauvaise coordination des acteurs de la filière, ce qui réduit les capacités d'adaptations des ménages qui risquent de ne plus disposer de surplus financier pour assurer les moyens de subsistances des ménages et faire face à d'éventuels chocs.

La faiblesse des ressources notamment la terre, les faibles revenus et la forte pauvreté font que les ménages ont très peu d'opportunités pour s'adonner à des activités de diversification à haut rendement. Certains pratiquent de la diversification de survie qui les oblige à choisir des activités par défaut qui les expose à différents stress. Cela soulève la question de la capacité des ménages à faire face à des chocs.

Face au débat controversé sur la contribution des systèmes irrigués à l'amélioration des conditions d'existence des populations (Le Roy, 2004; Adams, 2006; Jamin *et al.*, 2011) notre réflexion mobilisant une approche systémique et pluridisciplinaire nous a permis de considérer plusieurs dimensions qui donnent des clés de lecture sur la construction de la vulnérabilité et de comprendre pourquoi et comment des vulnérabilités spécifiques se produisent à des moments spécifiques, à des endroits spécifiques et pour des gens spécifiques. Au-delà du discours voulant afficher l'irrigation comme solution unique pour la sécurisation de la production et l'augmentation des revenus, nous pouvons affirmer que dans le système irrigué de Guédé, l'irrigation à elle seule n'assure pas la sécurité des moyens d'existence des ménages. Cette analyse attire l'attention sur l'intérêt de prendre en compte l'hétérogénéité des schémas de vulnérabilité qui peut être essentielle dans la planification de l'adaptation pour éviter une maladaptation et ainsi renforcer la résilience des populations qui cultivent dans les systèmes irrigués.

4. Perspectives et limites

Les perspectives que nous présentons sont issues de notre analyse personnelle mais sont surtout appuyés par les résultats de la restitution que nous avons effectué deux semaines avant le dépôt de ce manuscrit. Pendant 2 jours, le 27 et 28 juin 2022, nous avons effectué une restitution de nos travaux à Guédé. L'objectif était de présenter les résultats principaux aux producteurs pour avoir leur validation et leur avis. Il était aussi question de compléter les éléments que les populations considéraient comme importants. L'intérêt final de cette restitution est de recueillir des points de vue et éléments de recommandations pour construire un plaidoyer porté par ENDA, et à destination des politiques.

Pour cela, nous avons constitué des outils de restitutions (voire annexes posters) en collaboration avec des unions de producteurs (UJAK, DITAEL) dont les représentants ont été formé pour assurer la restitution dans des cercles plus larges.

Le premier jour, la restitution a réuni 120 personnes qui comprennent des représentants de la diversité des personnes enquêtées, avec des représentants des 5 villages, des représentants des types issus de la catégorisation de vulnérabilités (résultats chapitre 8) des représentants de chaque genre et de différentes catégories d'âge. Il y avait aussi des représentants des collectivités (mairies), des services techniques, de la SAED, du forum civil, de la banque agricole...

Nous avons présenté les résultats principaux de cette thèse qui ont été discutés par les personnes présentes. Ensuite 4 posters ont été présenté :

- Un poster sur la socio histoire (chapitre 4) pour valider avec les populations la traduction que nous avons faite de l'histoire du système irrigué et avoir une validation collective des différentes dates (Annexe 15)
- Un poster sur la vulnérabilité économique (chapitre 7) pour valider les seuils de sécurité économiques et recueillir auprès des populations des pistes d'amélioration de cette vulnérabilité économique (Annexe 16)
- Un poster sur la rémunération journalière du travail agricole (chapitre 7) pour avoir une approbation sur les chiffres et orientations d'arrêter d'aménager à partir de rendements théoriques et de moyennes (Annexe 17).

- Un poster sur la justice socio environnementale pour présenter les sentiments d'injustices que les populations ont perçus tout au long de cette trajectoire des aménagements²⁵ (Annexe 18).

Ensuite le deuxième jour, les recommandations des personnes présentes ont été mises en commun par un groupe plus restreint de 40 personnes.

Parmi ces grandes recommandations :

Augmenter les superficies pour améliorer la productivité

Les résultats de notre analyse nous ont permis de noter que les superficies que détiennent les ménages sont petites. Ces résultats ont été validés lors des journées de restitution et les agriculteurs expliquent que du fait des surfaces trop petites, les dettes ne peuvent pas être remboursées avec le faible niveau de production et l'augmentation du prix des intrants notamment l'engrais. Pour augmenter les capacités d'adaptation des ménages et réduire leurs vulnérabilités, nous avons suggéré une augmentation des superficies et le soutien d'une filière de diversification. Nous avons proposé un seuil minimum de 0,5 ha par actif. Cette suggestion avait été soumise lors des journées de restitution. Des 4 groupes qui ont été constitué, deux groupes ont validé ce seuil. Les deux autres groupes ont considéré qu'il fallait au minimum 1ha par actif pour que l'agriculture puisse permettre à un travailleur agricole d'être rémunéré convenablement et de subvenir à ses besoins et aux besoins de ses dépendants.

Même si notre analyse n'a pas fait un focus sur la question du genre, lors des ateliers de restitutions, les femmes ont souligné être marginalisées dans l'accès à la terre. Au regard de l'importance des femmes dans l'économie du ménage, il serait essentiel de mieux les inclure dans l'accès à la terre dans de futurs aménagements ou redistribution des terres.

²⁵ Cette question de la justice environnementale n'est pas développée dans cette thèse mais c'est un des axes du projet après infrastructure qui part de la trajectoire historique du système irrigué (chapitre 4) des dires des acteurs quant aux injustices qu'ils ont perçues au cours du temps, pour ensuite les mettre en perspective à travers les cadres théoriques de la justice environnementale pour en montrer les points de convergence et les controverses que nos données soulèvent.

✚ Favoriser la diversification et améliorer la productivité

L'analyse nous montre que les ménages qui avaient un portefeuille de ressources diversifié étaient plus susceptibles d'assurer des activités à haut rendement et même si la diversification des activités les rend plus susceptibles de diversifier les stress, ils ont également plus de capacités en mobilisant les ressources disponibles générées par d'autres activités. La diversité des ressources peut permettre de générer un surplus de ressources (alimentaires ou de revenus). Ce que soutient (McDowell and Hess, 2012), qui considèrent que pour réduire la vulnérabilité au fil du temps, les contraintes sur l'accès aux ressources doivent être levées, permettant aux ménages la flexibilité de réduire leur exposition et d'améliorer leur capacité d'adaptation aux multiples facteurs de stress auxquels ils sont confrontés.

La productivité agricole est un moteur majeur du bien-être (Sietz et al., 2019) pour des ménages qui dépendent fortement de l'agriculture. En tant que principale source d'emplois et de biens salariaux, l'amélioration de la productivité agricole et l'élargissement de l'accès aux facteurs essentiels de la production agricole (en particulier la terre) jouent incontestablement un rôle central dans la résolution des problèmes de pauvreté rurale notamment en Afrique (Varet, 2001).

❖ Lever les contraintes de financement et requestionner les principes du crédit solidaire

L'analyse du chapitre sur la trajectoire a permis de conclure que l'introduction de l'irrigation a introduit un nouveau système de production intensif, alors que l'intensification de l'agriculture implique un coût de production élevé, par l'achat de semences sélectionnées, d'engrais, d'herbicide de produits phytosanitaires, et par le paiement des façons culturales motorisées et de la redevance hydraulique (Le Roy 2011). Ce qui fait que, pour prétendre à des conditions de productions optimales, il est nécessaire de pouvoir accéder au système de crédit bancaire ou disposer de ressources financières suffisantes pour s'autofinancer. Or la forte pauvreté monétaire mis en évidence dans l'analyse de la vulnérabilité à l'insécurité économique montre que très peu de ménages disposant de revenus assez suffisants pour couvrir les besoins primaires et d'un surplus financier qui, à minima pourrait les permettre de financer une autre campagne agricole. Également, les travaux de (Fall, 2006), dans la vallée du fleuve Sénégal

montrent qu'un cinquième des producteurs n'a pas du tout accès au crédit et sont endettés. Un cercle vicieux s'installe entre l'endettement qui empêche la possibilité de contracter du crédit. Cette stratégie de contraction de crédit est celle adoptée par les plus riches. Les facteurs de stress liés à l'endettement ou au problème de financement sont assez marqués chez certains archétypes. Ainsi les coûts de productions élevés, la difficulté d'accéder au crédit et l'endettement sont des facteurs qui influencent négativement la productivité du travail agricole.

Les populations sont revenues lors de la restitution sur la caution solidaire ou chaque producteur évoluant dans un GIE s'engage à payer la part bancaire des autres membres du GIE sont en incapacité de payer. Ceci a été posé comme un problème d'injustice car, les producteurs affirment que ce sont les mêmes producteurs qui se retrouvent toujours à rembourser le crédit des autres. Ils ont proposé d'adapter les financements selon les campagnes et de renégocier ou modifier le système de caution solidaire.

❖ **Autres recommandations**

- ✚ Réaménager la cuvette et effectuer un labour profond en moyenne tous les 3 ans pour pallier à la pauvreté des sols, et mettre en place des fermes à côté des champs pour favoriser l'association agriculture élevage et fertiliser les sols.
- ✚ Redynamiser les organisations faitières comme les organisations paysannes, les unions, les filières pour assurer une bonne gestion et le renforcement des capacités pour préciser les rôles et responsabilités des membres.
- ✚ Mettre en place un plaidoyer pour l'augmentation et la stabilisation des prix
- ✚ Valoriser les produits locaux en mettant en place des structures de conservation et de transformation
- ✚ Revoir le calendrier cultural : les producteurs sont souvent confrontés à un non-respect du calendrier cultural. Au regard de l'évolution du contexte climatique, les producteurs

se posent la question de savoir si le calendrier culturel n'est pas caduque et ne mériterait-il pas d'être revu ?

Limites de notre travail et perspectives de recherches

Notre travail manque d'une analyse de la sécurité alimentaire des ménages permettant d'évaluer le risque pour un ménage de se retrouver en dessous d'un certain seuil alimentaire, en lui permettant pas d'assurer la quantité et qualité nutritionnelle nécessaire pour ses membres. Notre travail a été confronté à l'insuffisance de données socio-économiques sur plusieurs périodes. La typologie par exemple permet de décrire la diversité à un instant donné, alors que la situation des ménages n'est pas statique et peut changer d'un moment à un autre sous l'influence de différents paramètres. Les stratégies et les opportunités des ménages varient dans le temps ce qui fait qu'un ménage peut passer d'un type à un autre.

Notre analyse typologique aurait pu être enrichie en effectuant des enquêtes sur plusieurs périodes. Il en est de même pour les archétypes définis. Quelques échantillons d'archétypes mériteraient de faire l'objet de suivi sur plusieurs années pour voir leurs évolutions et mieux enrichir l'analyse sur la dynamique de la vulnérabilité.

Notre analyse même si elle a pris en compte les interactions entre différents éléments du système socio écologique s'est surtout focalisée sur le système socio-économique. Les contraintes liées à la complexité dans l'analyse de la vulnérabilité et les contraintes de temps font que nous n'avons pas pu collecter les données et analyser le système socio écologique dans son intégralité.

Ceci pourrait être une perspective future de recherche permettant de prolonger notre réflexion.

Enfin notre travail de recherche qui s'inscrit dans la problématique générale de la vulnérabilité des ménages agricoles a connu un événement qui est au cœur même de notre problématique : la crise de la Covid 19 qui a sévit en 2020. Nous nous sommes questionnés en tant que scientifiques sur l'impact de de cette crise sur les agriculteurs avec qui nous avons travaillé.

Pour cela, nous avons sur la base d'échanges et d'observations directs sur le terrain, produit un questionnaire (annexe 18) sur les effets de cette pandémie sur la situation des populations

rurales de notre terrain. L'enquête menée (à distance) en Juin 2020 par la même équipe d'enquêteurs a ciblé les ménages préalablement enquêtés lors de notre enquête socio-économique qui s'était déroulée de Janvier à Mars 2020.

Dans la poursuite de notre réflexion sur cette vulnérabilité dynamique, nous visons dans une perspective future de recherche à questionner les impacts de la Covid sur la vulnérabilité des ménages agricoles système irrigué de Guédé pour mieux mettre en dynamique cette vulnérabilité.

Bibliographie

Adamczewski, A., Hertzog, T., Dosso, M., Jouve, P., and Jamin, J.-Y. (2011). Can irrigation replace flood recession for crops? *Cahiers Agricultures* 20, 97. .

Adams, A. (2006). WCD Thematic Review I.1:Contributing Paper— Social Impacts of an African Dam: Equity and Distributional Issues in the Senegal River Valley (eSocialSciences).

Adetoro, A.A., Ngidi, M.S.C., Danso-Abbeam, G., Ojo, T.O., and Ogundeji, A.A. (2022). Impact of irrigation on welfare and vulnerability to poverty in South African farming households. *Scientific African* 16, e01177. <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2022.e01177>.

Adger, W.N., Brooks, N., Bentham, G., Agnew, M., Eriksen, S., Adger, W.N., Brooks, N., Kelly, M., Bentham, G., Agnew, et al. (2004). New indicators of vulnerability and adaptive capacity.

Adger, W.N. (2006). Vulnerability. *Global Environmental Change* 16, 268–281. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2006.02.006>.

Albergel, J., and Lamagat, J.-P. (1991). Plan directeur de la haute vallée du fleuve Sénégal : climatologie, hydrologie : rapport final. 125. .

Albergel, J., Bader, J.C., Lamagat, J.-P., Seguis, L., and Claude, J. (1997). Crues et sécheresses sur un grand fleuve tropical de l'Ouest africain : application à la gestion de la crue du fleuve Sénégal · GéoProdig, portail d'information géographique.

Álvarez, S., Paas, W., Descheemaeker, K., Tittonell, P.A., and Groot, J.C.J. (2014). Typology construction, a way of dealing with farm diversity: General guidelines for Humidtropics.

Alvarez, S., Timler, C.J., Michalscheck, M., Paas, W., Descheemaeker, K., Tittonell, P., Andersson, J.A., and Groot, J.C.J. (2018). Capturing farm diversity with hypothesis-based typologies: An innovative methodological framework for farming system typology development. *PLOS ONE* 13, e0194757. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0194757>.

Anderies, J., Janssen, M., and Ostrom, E. (2004). A Framework to Analyze the Robustness of Social-ecological Systems from an Institutional Perspective. *Ecology and Society* 9. <https://doi.org/10.5751/ES-00610-090118>.

ANSD. (2013). Rapport définitif de la deuxième Enquête de Suivi de la Pauvreté au Sénégal (ESPS II). [2021/11/19]. <http://anads.ansd.sn/index.php/citations/3>.

Antoine JM. (1992). La catastrophe oubliée : les avatars de l'inondation, du risque et de l'aménagement dans la vallée de l'Ariège (Pyrénées françaises, fin XVIIe –XXe siècles). Thèse de doctorat, Université Toulouse 2. <http://www.theses.fr/1992TOU20005>.

Asare-Nuamah, P., Dick-Sagoe, C., and Ayivor, R. (2021). Farmers' maladaptation: Eroding sustainable development, rebounding and shifting vulnerability in smallholder agriculture system. *Environmental Development* 40, 100680. <https://doi.org/10.1016/j.envdev.2021.100680>.

Bader, J.C. (1992). Etude de l'impact du barrage de Manantali sur le régime hydrologique du Sénégal au niveau de Bakel. OMM/ORSTOM, Dakar, Sénégal.

Bankoff, G. (2004). Time is of the Essence: Disasters, Vulnerability and History. *International Journal of Mass Emergencies and Disasters* 22 (03), 23-42. `

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

Barnett, J., and O'Neill, S. (2010). Maladaptation. *Global Environmental Change* 20, 211-213. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2009.11.004>.

Barreteau, O., 1994. Gestion de l'eau en riziculture irriguée dans la moyenne vallée du fleuve Sénégal. ORSTOM, Dakar.

Barreteau, O., (1998). *Un système multi-agent pour explorer la viabilité des systèmes irrigués : dynamique des interactions et modes d'organisation*. Thèse de doctorat : Sciences de l'eau, ENGREF. Montpellier.

Barreteau, O., Anderies, J., Guerbois, C., Quinn, T., Therville, C., Mathevet, R., and Bousquet, F. (2020). Transfers of vulnerability through adaptation plan implementation: an analysis based on networks of feedback control loops. *Ecology and Society* 25. <https://doi.org/10.5751/ES-11402-250203>.

Barrett, C.B., Bezuneh, M., and Aboud, A. (2001). Income diversification, poverty traps and policy shocks in Côte d'Ivoire and Kenya. *Food Policy* 26, 367-384. [https://doi.org/10.1016/S0306-9192\(01\)00017-3](https://doi.org/10.1016/S0306-9192(01)00017-3).

Barroca, B., DiNardo, M., and Mboumoua, I. (2013). De la vulnérabilité à la résilience : mutation ou bouleversement ? *EchoGéo* <https://doi.org/10.4000/echogeo.13439>.

Bassett, T.J., and Fogelman, C. (2013). Déjà vu or something new? The adaptation concept in the climate change literature. *Geoforum* 48, 42-53. <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2013.04.010>.

Becerra, S. (2012). Vulnérabilité, risques et environnement : l'itinéraire chaotique d'un paradigme sociologique contemporain. *vertigo* 12. .

Bélières, J.-F., and Touré, E.H.A. (1999). Impact de l'ajustement structurel sur l'agriculture irriguée du delta du Sénégal. Tome 1 : la mesure des effets régionaux des politiques économiques (par Jean-François Bélières). Tome 2 : élaboration de matrices de comptabilité

rurale (par El Hadji Adama Touré). Tome 3 : la dynamisation des petites exploitations (par Jean-François Bélières et El Hadji Adama Touré). Tome 4 : annexes (par Jean-François Bélières et El Hadji Adama Touré). thesis. ENSAM.

Bélières, J.-F., Hilhorst, T., Kébé, D., Keïta, M.S., Keïta, S., and Sanogo, O. (2011a). Irrigation and poverty: The case of the Office du Niger in Mali. *Cahiers Agricultures* 20, 144–149. <https://doi.org/10.1684/agr.2011.0473>.

Bélières, J.-F., Hilhorst, T., Kébé, D., Keita, M.S., Keita, S., and Sanogo, O. (2011b). Irrigation et pauvreté: le cas de l'Office du Niger au Mali. *Cahiers Agricultures* <https://doi.org/10.1684/agr.2011.0473>.

Bélières, J.-F., Jamin, J.-Y., Seck, S.M., Tonneau, J.-P., Adamczewski, A., and Gal, P.-Y.L. (2013). Dynamiques foncières, investissements et modèles de production pour l'irrigation en Afrique de l'Ouest : logiques financières contre cohérences sociales ? *Cahiers Agricultures* 22, 61–66 (1). <https://doi.org/10.1684/agr.2012.0574>.

Bélières, J.-F., Jamin, J.-Y., Seck, S.M., Tonneau, J.-P., Adamczewski, A., and Le Gal, P.-Y. (2013). Land dynamics, investments and production models in the West African irrigated sector: Financial rationale against social coherence? *Cahiers Agricultures* 22, 61–66. <https://doi.org/10.1684/agr.2012.0574>.

Bélières JF, Rasolofo P, Rivolala B, Ratovoarinony R, Ratsaramiarina O, Rabevohitra BN, et al. 2017. Élaboration de typologies d'exploitations agricoles au niveau infranational à Madagascar : Lac Alaotra et région du Ménabe. Antananarivo (Madagascar) : CIRAD-FAO, 57 p.

Belliveau, S., Smit, B., and Bradshaw, B. (2006). Multiple exposures and dynamic vulnerability: Evidence from the grape industry in the Okanagan Valley, Canada. *Global Environmental Change* 16, 364–378. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2006.03.003>.

Bennett, N.J., Dearden, P., and Peredo, A.M. (2015). Vulnerability to multiple stressors in coastal communities: a study of the Andaman coast of Thailand. *Climate and Development* 7, 124–141. <https://doi.org/10.1080/17565529.2014.886993>.

Berrouet, L.M., Machado, J., and Villegas-Palacio, C. (2018). Vulnerability of socio—ecological systems: A conceptual Framework. *Ecological Indicators* 84, 632–647. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.07.051>.

Bidogeza, J.C., Berentsen, P.B.M., De Graaff, J., and Oude Lansink, A.G.J.M. (2009). A typology of farm households for the Umutara Province in Rwanda. *Food Sec.* 1, 321–335. <https://doi.org/10.1007/s12571-009-0029-8>.

Bidou, J.E. (2012). Peut-on mesurer la vulnérabilité sociale et économique des ménages et des individus ? 21. .

- Bidou, J.-É., and Droy, I. (2013). De la vulnérabilité individuelle aux syndromes de vulnérabilité: quelles mesures? *Revue Tiers Monde* 213, 123–142. .
- Blazy, J.-M., Ozier-Lafontaine, H., Doré, T., Thomas, A., and 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, 30–41. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2009.02.004>.
- Boivin, P., Dia, J., Lericollais, A., Poussin, J.-C., Santoir, C., and Seck, S.M. (1995). Agriculture irriguée dans la vallée du fleuve Sénégal : une approche pluridisciplinaire. 9. .
- Bonneau, M. (2021). Besoins en eau de l'agriculture irriguée et de l'agriculture de décrue dans la vallée du fleuve Sénégal. 188. .
- Bonnefond, P. (1982). L'introduction de la culture irriguée sur les rives sénégalaises du bassin du fleuve Sénégal. *Économie rurale* 147, 72–78. <https://doi.org/10.3406/ecoru.1982.2842>.
- Borderon, M., and Oliveau, S. (2016). Vulnérabilités sociales et changement d'échelle. L'espace compte! Espace populations sociétés. Space populations societies <https://doi.org/10.4000/eps.7012>.
- Le Borgne J. (1988). La pluviométrie au Sénégal et en Gambie. Dakar : ORSTOM ; Ministère Français de la Coopération, 95 p. multigr.
- Bose, P. (2017). Climate adaptation: marginal populations in the vulnerable regions. *Climate and Development* 9, 575–578. <https://doi.org/10.1080/17565529.2017.1318747>.
- Bouarfa, S., Poussin, J.-C., and Jamin, J.-Y. (2017). 4. L'agriculture irriguée et ses enjeux au xxie siècle. In *L'eau à Découvert*, A. Euzen, C. Jeandel, and R. Mosseri, eds. (Paris: CNRS Éditions), pp. 166–167.
- Bousquet, F., Barreteau, O., and Mathevet, R. (2020). S'adapter ou se transformer : quelle résilience souhaitons-nous ?
- Boutillier, J.-L. (1989). Irrigation et problématique foncière dans la vallée du Sénégal. *Cah. Sci. Hum.* 20. .
- Boutillier, J.-L., and Schmitz, J. (1987). Gestion traditionnelle des terres (système de décrue / système pluvial) et transition vers l'irrigation : le cas de la vallée du Sénégal- fdi:24945-Horizon.
- Britto, S. (2013). 'Diffuse anxiety': the role of economic insecurity in predicting fear of crime. *Journal of Crime and Justice* 36, 18–34. <https://doi.org/10.1080/0735648X.2011.631399>.
- Bruckmann, L. (2018a). Les zones inondables de la moyenne vallée du Sénégal : des espaces de résilience pour les sociétés. Mappemonde. *Revue trimestrielle sur l'image géographique et les formes du territoire*.

Bruckmann, L. (2018b). Crue et développement rural dans la vallée du Sénégal : entre marginalisation et résilience. *Belgeo. Revue belge de géographie* <https://doi.org/10.4000/belgeo.23158>.

Brugere, C., and Lingard, J. (2003). Irrigation deficits and farmers' vulnerability in Southern India. *Agricultural Systems* 77, 65–88. [https://doi.org/10.1016/S0308-521X\(02\)00108-7](https://doi.org/10.1016/S0308-521X(02)00108-7).

Buchheit, P. (2021). Le recueil de multiples finalités de l'environnement en amont d'un diagnostic de vulnérabilité et de résilience: Application à un bassin versant au Laos. 341. .

Buchheit, P., d'Aquino, P., and Ducourtieux, O. (2016). Cadres théoriques mobilisant les concepts de résilience et de vulnérabilité. *Vertigo - la revue électronique en sciences de l'environnement* <https://doi.org/10.4000/vertigo.17131>.

Burton, I. (1993). *The Environment as Hazard* (Guilford Press).

Cabral, F.J. (2012). L'impact des aléas pluviométriques sur les disparités régionales de pauvreté au Sénégal. *Revue d'économie du développement* 20, 69–95. <https://doi.org/10.3917/edd.261.0069>.

Calvo, C., and Dercon, S. (2007). *Vulnerability to Poverty* (Centre for the Study of African Economies, University of Oxford).

Chambers, R. (1989). Introduction éditoriale : Vulnérabilité, adaptation et politique IDS Bulletin - Wiley Online Library.

Chambers, R. (1995). Pauvreté et moyens de subsistance : quelle réalité compte ? *Environment and Urbanization* 7, 173–204. <https://doi.org/10.1177/095624789500700106>.

Chambers, R., and Conway, G. (1991). Sustainable livelihood-chambers and conway1991. pdf (Dec).

Chavez, M.D., Berentsen, P.B.M., and Oude Lansink, A.G.J.M. (2010). Creating a typology of tobacco farms according to determinants of diversification in Valle de Lerma (Salta-Argentina). *Span J Agric Res* 8, 460. <https://doi.org/10.5424/sjar/2010082-1201>.

Coda Moscarola, F., Colombino, U., Figari, F., and Locatelli, M. (2020). Shifting taxes away from labour enhances equity and fiscal efficiency. *Journal of Policy Modeling* 42, 367–384. <https://doi.org/10.1016/j.jpolmod.2019.07.002>.

Colen, L., Demont, M., and Swinnen, J. (2013). Smallholder participation in value chains: The case of domestic rice in Senegal (FAO/IFAD).

Collins, S.L., Carpenter, S.R., Swinton, S.M., Orenstein, D.E., Childers, D.L., Gragson, T.L., Grimm, N.B., Grove, J.M., Harlan, S.L., Kaye, J.P., et al. (2011). An integrated conceptual framework for long-term social-ecological research. *Frontiers in Ecology and the Environment* 9, 351–357. <https://doi.org/10.1890/100068>.

- Cortez-Arriola, J., Rossing, W.A.H., Massiotti, R.D.A., Scholberg, J.M.S., Groot, J.C.J., and Tiftonell, P. (2015). Leverages for on-farm innovation from farm typologies? An illustration for family-based dairy farms in north-west Michoacán, Mexico. *Agricultural Systems* 135, 66–76. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2014.12.005>.
- Couty, P. (1981). Le temps, l'histoire et le planificateur. 6. .
- Cutler, A., and Breiman, L. (1994). Archetypal Analysis. *Technometrics* 36, 338–347. <https://doi.org/10.1080/00401706.1994.10485840>.
- Cutter, S.L. (1996). Vulnérabilité aux risques environnementaux. *Progress in Human Geography* 20, 529–539. <https://doi.org/10.1177/030913259602000407>.
- Cutter, S.L. (2003). The Vulnerability of Science and the Science of Vulnerability. *Annals of the Association of American Geographers* 93, 1–12. <https://doi.org/10.1111/1467-8306.93101>.
- Cutter, S.L., and Finch, C. (2008). Temporal and spatial changes in social vulnerability to natural hazards. *PNAS Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 105, 2301–2306. <https://doi.org/10.1073/pnas.0710375105>.
- Daré W., Diop P. (1998). Le transfert des aménagements hydro-agricoles de la vallée du fleuve Sénégal a-t-il été bien préparé ? In : Legoupil J.-C., Lidon B., Mossi M., Ndiaye S. (ed.). *Gestion technique, organisation sociale et foncière de l'irrigation : atelier PSI-CORAF, Niamey (Niger), octobre 1998*. Abidjan : CORAF, 181-200.
- Daré, W., (2005). *Comportements des acteurs dans le jeu et dans la réalité: indépendance ou correspondance? Analyse sociologique de l'utilisation de jeux de rôles en aide à la concertation*. Thèse de doctorat : Sciences de l'environnement, ENGREF, Paris
- Dauphiné, A. (2003). Les théories de la complexité chez les géographes (Paris: Anthropos).
- David-Benz, H., and Ba, D. (2000). L'oignon dans la vallée du fleuve Sénégal : une filière en émergence (PSI-CORAF).
- David-Benz, H., Diop, M., Fall, C., and Wade, I. (2010). Oignon : une production en plein essor pour répondre à la demande urbaine. pp. 171–196.
- De Schutter, O. (2011). How not to think of land-grabbing: three critiques of large-scale investments in farmland. *The Journal of Peasant Studies* 38, 249–279. <https://doi.org/10.1080/03066150.2011.559008>.
- Décamps, H. (2007). La vulnérabilité des systèmes socioécologiques aux événements extrêmes: exposition, sensibilité, résilience. *Natures Sciences Sociétés* 15, 48–52. <https://doi.org/10.1051/nss:2007023>.

Degeorges, A., and Reilly, B.K. (2006). Dams and large scale irrigation on the Senegal River: impacts on man and the environment. *International Journal of Environmental Studies* 63, 633–644. <https://doi.org/10.1080/00207230600963296>.

Demazière, D. (2013). Typology and Description. About the Intelligibility of Interpretative Experiences. *Sociologie* 4, 333–347. .

D’Ercole, R. (2014). Vulnérabilité : vers un concept opérationnel ? In Colloque International “ Connaissance et Compréhension Des Risques Côtiers: Aléas, Enjeux, Représentations, Gestion ” (“Coastal Risks: Hazards, Issues, Representations, Management”), (Brest, France: Université de Bretagne Occidentale), p.

D’Ercole, R., Thouret, J.-C., Dollfus, O., and Asté, J.-P. (1994). Les vulnérabilités des sociétés et des espaces urbanisés : concepts, typologie, modes d’analyse. *Revue de Géographie Alpine / Journal of Alpine Research* 82, 87–96. <https://doi.org/10.3406/rga.1994.3776>.

Dercon, S. (2004). La vulnérabilité : une perspective microéconomique. *Revue d’économie du développement* 14, 79–118. <https://doi.org/10.3917/edd.204.0079>.

Dessertine, D. (2004). Bertrand Ravon L’« échec scolaire ». Histoire d’un problème public. *Revue d’histoire de l’enfance « irrégulière »*. *Le Temps de l’histoire* 308–310. .

Dingkuhn, M., Sow, A., Samb, A., Diack, S., and Asch, F. (1995). Climatic determinants of irrigated rice performance in the Sahel — I. Photothermal and micro-climatic responses of flowering. *Agricultural Systems* 48, 385–410. [https://doi.org/10.1016/0308-521X\(94\)00027-I](https://doi.org/10.1016/0308-521X(94)00027-I).

Diop, D. (2008). Accès à l’eau et agriculture dans la vallée du fleuve Sénégal. 13. .

Diouf, I.F. (2013). Système mixte agriculture irriguée et élevage transhumant: l’enjeu autour de l’accès aux ressources foncières dans la moyenne vallée du fleuve Sénégal. 317. .

Droy, I., and Morand, P. (2013). Les grands aménagements sur le fleuve Niger : atout pour le Mali ou facteur de vulnérabilité pour ses populations rurales ? *Mondes en développement* 164, 57. .

Eakin, H. (2003). La vulnérabilité sociale des ménages de producteurs de légumes irrigués dans le centre de Puebla. *The Journal of Environment & Development* 12, 414–429. <https://doi.org/10.1177/1070496503257733>.

Eakin, H., Winkels, A., and Sendzimir, J. (2009). Nested vulnerability: exploring cross-scale linkages and vulnerability teleconnections in Mexican and Vietnamese coffee systems. *Environmental Science & Policy* 12, 398–412. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2008.09.003>.

Ellis, F. (1998). Household strategies and rural livelihood diversification. *The Journal of Development Studies* 35, 1–38. <https://doi.org/10.1080/00220389808422553>.

- Ellis, F. (2000). *Rural Livelihoods and Diversity in Developing Countries* (OUP Oxford).
- D'Ercole, R. (1998). Approches de la vulnérabilité et perspectives pour une meilleure logique de réduction des risques. *Pangea infos* 29/30, 20.
- Diop Sall, F., Ba, A., 2011. Détournement des logiques d'état par les élites masculines et problématique foncière en milieu rural Sénégalais , in Elong J.-G. (ed.), *L'élite urbaine dans l'espace agricole africain: Exemples camerounais et sénégalais*, L'Harmattan, Paris, 125-138
- Eriksen, S.H., Brown, K., and Kelly, P.M. (2005). The dynamics of vulnerability: locating coping strategies in Kenya and Tanzania. *The Geographical Journal* 171, 287-305. <https://doi.org/10.1111/j.1475-4959.2005.00174.x>.
- Eriksen, S.H., Nightingale, A.J., and Eakin, H. (2015). Reframing adaptation: The political nature of climate change adaptation. *Global Environmental Change* 35, 523-533. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2015.09.014>.
- Escobal, J. (2001). The Determinants of Nonfarm Income Diversification in Rural Peru. *World Development* 29, 497-508. [https://doi.org/10.1016/S0305-750X\(00\)00104-2](https://doi.org/10.1016/S0305-750X(00)00104-2).
- Fall, A.A. (2006). Impact du crédit sur le revenu des riziculteurs de la vallée du fleuve Sénégal. 357. .
- Fall, A.A., and Sarr, S. (2008). Dans la vallée du fleuve Sénégal, différentes histoires interprofessionnelles autour de la tomate industrielle et du riz. 2. .
- Fall, C.S., Dia, D., Diop, A.N., Sylla, E.H.M., Sali, M., Barbier, B., and Dieye, M. (2017). au gré de la variabilité des politiques publiques sénégalaises. 9. .
- Faye, N.F., Sall, M., Affholder, F., and Gerard, F. (2019). Inégalités de revenu en milieu rural dans le bassin arachidier du Sénégal.
- Ferreira, I.A., Salvucci, V., and Tarp, F. (2021). Poverty and vulnerability transitions in Myanmar: An analysis using synthetic panels. *Review of Development Economics* 25, 1919-1944. <https://doi.org/10.1111/rode.12836>.
- Folke, C., Carpenter, S., Elmqvist, T., Gunderson, L., Holling, C. s, and Walker, B. (2002). Resilience and Sustainable Development: Building Adaptive Capacity in a World of Transformations. *Ambio* 31, 437-440. <https://doi.org/10.1579/0044-7447-31.5.437>.
- Frison, E.A., Cherfas, J., and Hodgkin, T. (2011). Agricultural Biodiversity Is Essential for a Sustainable Improvement in Food and Nutrition Security. *Sustainability* 3, 238-253. <https://doi.org/10.3390/su3010238>.
- Füssel, H.-M., and Klein, R.J.T. (2006). Climate Change Vulnerability Assessments: An Evolution of Conceptual Thinking. *Climatic Change* 75, 301-329. <https://doi.org/10.1007/s10584-006-0329-3>.

- Gallopín, G.C. (2006). Linkages between vulnerability, resilience, and adaptive capacity. *Global Environmental Change* 16, 293–303. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2006.02.004>.
- Garambois, N., El Ouaamari, S., Fert, M., and Radzik, L. (2018). Politique hydro-agricole et résilience de l'agriculture familiale. Le cas du Delta du fleuve Sénégal. *Revue internationale des études du développement* 236, 109–135. <https://doi.org/10.3917/ried.236.0109>.
- Genelot, D., and Le Moigne, J.-L. (2017). *Manager dans (et avec) la complexité* (Paris: Eyrolles).
- Gérard F., Antona M., Bousquet F., (2022). Produire, consommer et partager autrement, in *Les communs. Un autre récit pour la coopération territoriale*, QUAE, Montpellier, pages 61-82
- Gerard, F., Marty, I., Lancon, F., and Versapuech, M. (1998). *Measuring the Effects of Trade Liberalization: Multilevel Analysis Tool for Agriculture* (United Nations Centre for Alleviation of Poverty Through Secondary Crops' Development in Asia and the Pacific (CAPSA)).
- González, C. (2008). Typological evidence for the separation between stress and foot structure. In *Typological Evidence for the Separation Between*, (De Gruyter Mouton), pp. 55–76.
- Gunderson, L.H., and Holling, C.S. (2002). *Panarchy: Understanding Transformations in Human and Natural Systems* (Island Press).
- Hacker, J.S., Huber, G.A., Nichols, A., Rehm, P., Schlesinger, M., Valletta, R., and Craig, S. (2014). The Economic Security Index: A New Measure for Research and Policy Analysis. *Review of Income and Wealth* 60, S5–S32. <https://doi.org/10.1111/roiw.12053>.
- Hallegatte, S., Lecocq, F., and Perthuis de, C. (2010). *Économie de l'adaptation au changement climatique* (Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de la Mer).
- Headey, D.D., and Jayne, T.S. (2014). Adaptation to land constraints: Is Africa different? *Food Policy* 48, 18–33. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2014.05.005>.
- Holling, C.S. (1973). Resilience and Stability of Ecological Systems. *Annual Review of Ecology and Systematics* 4, 1–23. <https://doi.org/10.1146/annurev.es.04.110173.000245>.
- Hugon, P. (2017). Vulnerability traps and disasters: Levels of analysis and systemic approaches. *Mondes en développement* 180, 13–34. .
- Jamin, J.Y. (1993). Evolution des recherches agronomiques dans la vallée du fleuve Sénégal. 13. .

Jamin, J.-Y., Bouarfa, S., Poussin, J.C., and Garin, P. (2011). Les agricultures irriguées face à de nouveaux défis. *Cahiers Agricultures* <https://doi.org/10.1684/agr.2011.0477>.

Janin, P., and Martin-Prevel, Y. (2006). Des indicateurs à l'action : vulnérabilité alimentaire et situation nutritionnelle en milieu rural sahélien burkinabé. *Canadian Journal of African Studies* 40, 443–461. <https://doi.org/10.2307/25433904>.

Janin P. (2006). « La vulnérabilité alimentaire des Sahéliens : concepts, échelles et enseignements d'une recherche de terrain », *L'Espace géographique*, 2006/4 (Tome 35), p. 355-366. DOI : 10.3917/eg.354.0355. URL : <https://www.cairn.info/revue-espace-geographique-4-page-355.htm>

Janssen, M.A., and Ostrom, E. (2006). Chapter 30 Governing Social-Ecological Systems. In *Handbook of Computational Economics*, L. Tesfatsion, and K.L. Judd, eds. (Elsevier), pp. 1465–1509.

Janssen, M.A., Schoon, M.L., Ke, W., and Börner, K. (2006). Scholarly networks on resilience, vulnerability and adaptation within the human dimensions of global environmental change. *Global Environmental Change* 16, 240–252. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2006.04.001>.

Jayne, T.S., Yamano, T., Weber, M.T., Tschirley, D., Benfica, R., Chapoto, A., and Zulu, B. (2003). Smallholder income and land distribution in Africa: implications for poverty reduction strategies. *Food Policy* 28, 253–275. [https://doi.org/10.1016/S0306-9192\(03\)00046-0](https://doi.org/10.1016/S0306-9192(03)00046-0).

Kasperson, E., Iyengar, K., Vogel, C., Wilson, K.A., Ziervogel, G., and Han, G. (2005). *Vulnerable Peoples and Places*. 22. .

Kasperson, R.E., Kasperson, J.X., and Risk and Vulnerability Programme (2001). *Climate change, vulnerability, and social justice* (Stockholm: Stockholm Environment Institute).

Köbrich, C., Rehman, T., and 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, 141–157. [https://doi.org/10.1016/S0308-521X\(02\)00013-6](https://doi.org/10.1016/S0308-521X(02)00013-6).

Kok, M., Lüdeke, M., Lucas, P., Sterzel, T., Walther, C., Janssen, P., Sietz, D., and de Soysa, I. (2016). A new method for analysing socio-ecological patterns of vulnerability. *Reg Environ Change* 16, 229–243. <https://doi.org/10.1007/s10113-014-0746-1>.

Labbal, V. (2007). Interpréter les « dysfonctionnements » des systèmes irrigués traditionnels. *Techniques & Culture. Revue semestrielle d'anthropologie des techniques* 125–148. <https://doi.org/10.4000/tc.3102>.

Lattin, J.M., Carroll, J.D., Green, P.E., and Green, P.E. (2003). *Analyzing multivariate data* (Pacific Grove, CA: Thomson Brooks/Cole).

Le Roy X. (2006). Agriculture irriguée et inégalités sociales dans la vallée du fleuve Sénégal. in Kemmoun H. Kuper M., Mahdi M., Errahj M., - L'appropriation des ouvrages hydrauliques. Des initiatives individuelles à l'action collective

LE Roy X., (2000). « La difficile mutation de l'agriculture irriguée dans la vallée du fleuve Sénégal », in Riviere-Honegger A., Ruf T. (éd.), *Approches sociales de l'irrigation et de la gestion collective de l'eau : démarches et expériences en France et dans le monde*. Montpellier, Université Paul-Valéry, pp. 165-177.

Xavier Le Roy (2011). *Crédit et production agricole dans la vallée du fleuve Sénégal*. IRD 00593726

Lebart, L. (2006). Validation Techniques in Multiple Correspondence Analysis. Multiple Correspondence Analysis and Related Methods <https://doi.org/10.1201/9781420011319.ch7>.

Legoupi, J., Dancette, C., and Godon, P. (1999). Synthèse des Résultats du Pôle Régional de Recherche sur les Systèmes Irrigués (PSI/CORAF). 29. .

Leichenko, R., and O'Brien, K. (2008). *Environmental Change and Globalization: Double Exposures* (Oxford University Press, USA).

Leichenko, R.M., and O'Brien, K.L. (2002). The Dynamics of Rural Vulnerability to Global Change: The Case of southern Africa. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* 7, 1–18. <https://doi.org/10.1023/A:1015860421954>.

Leone, F., and Vinet, F. (2017). *Gérer les risques naturels : pratiques et outils* (Presses universitaires de la Méditerranée).

Lericollais, A. (1976). La sécheresse et les populations de la vallée du Sénégal- fdi:09789-Horizon.

Seck S.M., Lericollais A. (1986) Aménagements hydro-agricoles et système de production dans la Vallée du fleuve Sénégal : synthèse des travaux de l'atelier. In : Aménagements hydro-agricoles et systèmes de production dans la vallée du fleuve Sénégal. *Cahiers de la Recherche-Développement*, (12), p. 3-11. Séminaire CIRAD "Aménagements hydro-agricoles et systèmes de production", Montpellier (FRA), 1986/12/16-19. ISSN 0760-579X.

Lericollais A, Schmitz J, (1984). La calebasse et la houe. Techniques et outils des cultures de décrue dans la Vallée du Sénégal. *Cahiers Orstom Sci Hum* 20 : 427-52.

Loison, S.A. (2015). Rural Livelihood Diversification in Sub-Saharan Africa: A Literature Review. *The Journal of Development Studies* 51, 1125–1138. <https://doi.org/10.1080/00220388.2015.1046445>.

Longépée, E. (2014). La résilience des systèmes socio-écologiques des États atolliens dans le contexte du changement climatique: le cas de Kiribati (Pacifique Sud). Thèse de doctorat 501.

- Lorant-Plantier, É., and Pech, P. (2011). La gestion du risque inondation en France vecteur de territorialité : l'exemple de l'Entente Oise-Aisne, bassin versant de l'Oise. *Annales de géographie* 678, 193–203. <https://doi.org/10.3917/ag.678.0193>.
- Lusardi, A., Schneider, D.J., and Tufano, P. (2011). Financially Fragile Households: Evidence and Implications (National Bureau of Economic Research).
- Manikowski, S., and Strapasson, A. (2016). Sustainability Assessment of Large Irrigation Dams in Senegal: A Cost-Benefit Analysis for the Senegal River Valley. *Frontiers in Environmental Science* 4. .
- Mathevet, R., and Bousquet, F. (2014). Résilience et environnement : penser les changements socio-écologiques (Buchet/Chastel).
- Mathieu, P. (1990). Irrigation, réforme foncière et réactions paysannes dans l'aménagement de la vallée du fleuve Sénégal / Irrigation, Land reform and farmers' reactions in the development of the Senegal valley. *Géocarrefour* 65, 46–51. <https://doi.org/10.3406/geoca.1990.5710>.
- Mbima, C. (2017). Inégalités de revenus des ménages ruraux à Madagascar. 447. .
- McDowell, J.Z., and Hess, J.J. (2012). Accessing adaptation: Multiple stressors on livelihoods in the Bolivian highlands under a changing climate. *Global Environmental Change* 22, 342–352. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2011.11.002>.
- Mietton, M., Dumas, D., Hamerlynck, O., Kane, A., Coly, A., Duvail, S., Baba, M.L.O., and Daddah, M. (2009). Le delta du fleuve Sénégal Une gestion de l'eau dans l'incertitude chronique. 13. .
- Mietton, M., Dumas, D., Hamerlynck, O., Kane, A., Coly, A., Duvail, S., Baba, M.L.O., and Daddah, M. Le delta du fleuve Sénégal Une gestion de l'eau dans l'incertitude chronique. 13. .
- Miller, F., Osbahr, H., Boyd, E., Thomalla, F., Bharwani, S., Ziervogel, G., Walker, B., Birkmann, J., van der Leeuw, S., Rockström, J., et al. (2010). Resilience and Vulnerability: Complementary or Conflicting Concepts? *E&S* 15, art11. <https://doi.org/10.5751/ES-03378-150311>.
- Monaco, A., and Prouzet, P. (2014). Risques côtiers et adaptations des sociétés (London: ISTE editions).
- Morellec, F.L. (2015). L'approche par les capacités un nouveau cadre pour l'analyse de l'accessibilité universelle: application à la mobilité des personnes vieillissantes. 257. .
- Mubaya, C.P., Njuki, J., Mutsvangwa, E.P., Mugabe, F.T., and Nanja, D. (2012). Climate variability and change or multiple stressors? Farmer perceptions regarding threats to livelihoods in Zimbabwe and Zambia. *Journal of Environmental Management* 102, 9–17. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2012.02.005>.

Ndiaye, E.H.M. (2003). Le fleuve Sénégal et les barrages de l'OMVS :quels enseignements pour la mise en œuvre du NEPAD? *Vertigo* - la revue électronique en sciences de l'environnement <https://doi.org/10.4000/vertigo.3883>.

Ndiaye, M.S. (2018). Impact de l'adoption des stratégies d'adaptation au changement climatique sur la sécurité alimentaire et le revenu des ménages pastoraux dans la zone du Ferlo au Sénégal. 184. .

Ndong, J.-B. (1995). L'évolution de la pluviométrie au Sénégal et les incidences de la sécheresse récente sur l'environnement / The evolution of rainfall in Senegal and the consequences of the recent drought on the environment. *Géocarrefour* 70, 193–198. <https://doi.org/10.3406/geoca.1995.4212>.

Neil Adger, W., Arnell, N.W., and Tompkins, E.L. (2005). Successful adaptation to climate change across scales. *Global Environmental Change* 15, 77–86. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2004.12.005>.

Nelson, M., Kintigh, K., Abbott, D., and Anderies, J. (2010). The Cross-scale Interplay between Social and Biophysical Context and the Vulnerability of Irrigation-dependent Societies: Archaeology's Long-term Perspective. *Ecology and Society* 15. <https://doi.org/10.5751/ES-03389-150331>.

Niang, N. (2014). L'irrigation en question: problèmes socio-économiques de développement rural et régional, les implications du barrage de Diama et les aménagements hydro-agricoles sur la vallée du fleuve Sénégal. 216. .

Nichols, A. & Zimmerman, S., 2008. Measuring Trends in Income Variability, Tax Policy Center. Retrieved from <https://policycommons.net/artifacts/1175691/measuring-trends-in-income-variability/1728820/> on 14 Dec 2022. CID: 20.500.12592/90k81b.

Oberlack, C., Tejada, L., Messerli, P., Rist, S., and Giger, M. (2016). Sustainable livelihoods in the global land rush? Archetypes of livelihood vulnerability and sustainability potentials. *Global Environmental Change* 41, 153–171. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2016.10.001>.

O'Brien, K.L., and Leichenko, R.M. (2003). Winners and Losers in the Context of Global Change. *Annals of the Association of American Geographers* 93, 89–103. <https://doi.org/10.1111/1467-8306.93107>.

O'Brien, K., Eriksen, S.E.H., Schjolden, A., and Nygaard, L.P. (2004). What's in a word? Conflicting interpretations of vulnerability in climate change research (CICERO Center for International Climate and Environmental Research - Oslo).

O'Brien, K., Eriksen, s., Nygaard, l.p., and Schjolden, A. (2007). Why different interpretations of vulnerability matter in climate change discourses. *Climate Policy* 7, 73–88. <https://doi.org/10.1080/14693062.2007.9685639>.

- O'Brien, K., Quinlan, T., and Ziervogel, G. (2009a). Vulnerability interventions in the context of multiple stressors: lessons from the Southern Africa Vulnerability Initiative (SAVI). *Environmental Science & Policy* 12, 23–32. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2008.10.008>.
- O'Brien, K., Quinlan, T., and Ziervogel, G. (2009b). Vulnerability interventions in the context of multiple stressors: lessons from the Southern Africa Vulnerability Initiative (SAVI). *Environmental Science & Policy* 12, 23–32. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2008.10.008>.
- OMVS (2003). *Bassin du fleuve Sénégal en Guinée, Mali, Mauritanie, Sénégal*. UNESCO WWDR Premier rapport sur le développement de l'eau. Disponible en ligne sur : http://webworld.unesco.org/water/wwap/case_studies/senegal_river/senegal_river.pdf (consulté le 10 janvier 2019).
- Ostrom, E. (1993). Design principles in long-enduring irrigation institutions. *Water Resources Research* 29, 1907–1912. <https://doi.org/10.1029/92WR02991>.
- Ostrom, E. (2009). A General Framework for Analyzing Sustainability of Social-Ecological Systems. *Science* 325, 419–422. <https://doi.org/10.1126/science.1172133>.
- Oya, C., and Ba, C., Oumar (2000). Les politiques agricoles 2000-2012 : entre volontarisme et incohérence. 30. .
- Panthi, J., Aryal, S., Dahal, P., Bhandari, P., Krakauer, N.Y., and Pandey, V.P. (2016). Livelihood vulnerability approach to assessing climate change impacts on mixed agro-livestock smallholders around the Gandaki River Basin in Nepal. *Reg Environ Change* 16, 1121–1132. <https://doi.org/10.1007/s10113-015-0833-y>.
- Parlin, B.W., and Lusk, M. (2019). Farmer participation and irrigation organization (Place of publication not identified: CRC Press. Boca Raton, FL, USA.
- Payre, R. (2020). Approche socio-historique. Dans : Romain Pasquier éd., *Dictionnaire des politiques territoriales* (pp. 45-50). Paris: Presses de Sciences Po. <https://doi.org/10.3917/scpo.pasqu.2020.01.0045>
- Pendley, S.C., Mock, N.B., and Theall, K.P. (2020). How you measure matters; defining social capital in drought-prone areas. *International Journal of Disaster Risk Reduction* 50, 101715. <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2020.101715>.
- Peretti-Wattel P. (2010), « II. Une « culture du risque » ? », dans : Patrick Peretti-Wattel éd., *La société du risque*. Paris, La Découverte, « Repères », 2010, p. 20-44. URL : <https://www.cairn.info/—9782707164568-page-20.htm>
- Piron, M., Dureau, F., and Mullon, C. (2004). Utilisation de typologies multi-dates pour l'analyse des transformations socio-spatiales de Bogota (Colombie). *Cybergeo : European Journal of Geography* <https://doi.org/10.4000/cybergeo.3742>.

- Polsky, C., Neff, R., and Yarnal, B. (2007). Building comparable global change vulnerability assessments: The vulnerability scoping diagram. *Global Environmental Change* 17, 472–485. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2007.01.005>.
- Poussin, J.-C., Boivin, P., Hammecker, C., and Maeght, J.-L. (2002). Riziculture irriguée et évolution des sols dans la vallée du Sénégal. 8. .
- Poussin, J.C., Wopereis, M.C.S., Debouzie, D., and Maeght, J.L. (2003). Determinants of irrigated rice yield in the Senegal River valley. *European Journal of Agronomy* 19, 341–356. [https://doi.org/10.1016/S1161-0301\(02\)00078-3](https://doi.org/10.1016/S1161-0301(02)00078-3).
- PRACAS (2015a). Remise des Documents du PRACAS au Ministre de l'Agriculture et de l'Équipement Rural . Disponible en ligne sur : <http://www.fao.org/senegal/actualites/detail-events/fr/c/293376/> (Consulté le 13 juillet 2015)
- Pulliat, G. (2013). Vulnérabilité alimentaire et trajectoires de sécurisation des moyens d'existence à Hanoi : une lecture des pratiques quotidiennes dans une métropole émergente. Thèse de doctorat. Paris 10.
- Quenault, B., Pigeon, P., Bertrand, F., and Blond, N. (2011). Vulnérabilités et résilience au changement climatique en milieu urbain: vers de nouvelles stratégies de développement urbain durable? 204. .
- Räsänen, A., Juhola, S., Nygren, A., Käkönen, M., Kallio, M., Monge Monge, A., and Kanninen, M. (2016). Climate change, multiple stressors and human vulnerability: a systematic review. *Reg Environ Change* 16, 2291–2302. <https://doi.org/10.1007/s10113-016-0974-7>.
- Rauken, T., and Kelman, I. (2010). River flood vulnerability in Norway through the pressure and release model. *Journal of Flood Risk Management* 3, 314–322. <https://doi.org/10.1111/j.1753-318X.2010.01080.x>.
- Reardon, T. (1997). Using evidence of household income diversification to inform study of the rural nonfarm labor market in Africa. *World Development* 25, 735–747. [https://doi.org/10.1016/S0305-750X\(96\)00137-4](https://doi.org/10.1016/S0305-750X(96)00137-4).
- Reboul, C. (1984). Barrages contre le développement? Les grands aménagements hydrauliques de la vallée du fleuve Sénégal. *Revue Tiers Monde* 25, 749–760. <https://doi.org/10.3406/tiers.1984.4365>.
- Reghezza-Zitt, M. (2016). Penser la vulnérabilité dans un contexte de globalisation des risques grâce aux échelles spatiales et temporelles. *Espace populations sociétés*. Space populations societies <https://doi.org/10.4000/eps.6641>.
- Reid, P., and Vogel, C. (2006a). Living and responding to multiple stressors in South Africa—Glimpses from KwaZulu-Natal. *Global Environmental Change* 16, 195–206. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2006.01.003>.

Reid, P., and Vogel, C. (2006b). Living and responding to multiple stressors in South Africa—Glimpses from KwaZulu-Natal. *Global Environmental Change* 16, 195–206. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2006.01.003>.

Requier-Desjardins, D., Cano, L., and Bravo, S. (2019). Stratégies des ménages et diversification des moyens d'existence dans un territoire pétrolier: le cas du Nord de l'Amazonie Equatorienne. 14. .

Ribot, J. (2010). Vulnerability does not just fall from the sky: toward multi-scale pro-poor climate policy. *Handbook on Climate Change and Human Security* 164–199. .

Rioust, É. (2012). Gouverner l'incertain : adaptation, résilience et évolutions dans la gestion du risque d'inondation urbaine : les services d'assainissement de la Seine-Saint-Denis et du Val-de-Marne face au changement climatique. phdthesis. Université Paris-Est.

Rivière-Honegger, A., and Ruf, T. (2000). Approches sociales de l'irrigation et de la gestion collective de l'eau. Démarches et expériences en France et dans le monde.

Rocca J. L, (2008). « I. La trajectoire historique », dans : Jean-Louis Rocca éd., *Une sociologie de la Chine*. Paris, La Découverte, « Repères », p. 11-26. URL : <https://www.cairn.info/--9782707160034-page-11.htm>

Roquet, D. (2008). Partir pour mieux durer : la migration comme réponse à la sécheresse au Sénégal? *Espace populations sociétés*. *Space populations societies* 37–53. <https://doi.org/10.4000/eps.2374>.

Rurinda, J., Mapfumo, P., van Wijk, M.T., Mtambanengwe, F., Rufino, M.C., Chikowo, R., and Giller, K.E. (2014). Sources of vulnerability to a variable and changing climate among smallholder households in Zimbabwe: A participatory analysis. *Climate Risk Management* 3, 65–78. <https://doi.org/10.1016/j.crm.2014.05.004>.

SAED (2009a). *Riz Irrigué*. République du Sénégal. Ministère de l'Agriculture, 4. Disponible en ligne sur : (Consulté le 20 février 2021).

SAED (2009b). *Fiche Itinéraire Technique du Maïs*. Ministère de l'Agriculture, 4. Disponible en ligne sur : (Consulté le 15 décembre 2021).

SAED (2009c). *L'oignon*. Ministère de l'Agriculture. Société Nationale D'aménagement et D'exploitation des Terres du Delta du Fleuve Sénégal et des Vallées du Fleuve Sénégal et de la Falémé. Disponible en ligne sur : <http://agro-planet.e-monsite.com/medias/files/fiche-oignon.pdf> (Consulté le 16 mai 2021).

Sagna, P. (1995). L'évolution pluviométrique récente de la Grande-Côte du Sénégal et de l'archipel du Cap-Vert / The recent evolution of rainfall in the Grande-Côte region of Senegal and the Cap-Vert archipelago. *Géocarrefour* 70, 187–192. <https://doi.org/10.3406/geoca.1995.4211>.

Salmone, FA (1998). *Conflit dans la vallée du fleuve Sénégal*. Cultur Survival Inc. Disponible en ligne sur : <http://www.culturalsurvival.org/ourpublications/csq/article/conflict-senegal-river-valley> (consulté le 17 juin 2015)..

Sanfo, S., and 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. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2012.02.006>.

Savoye, A. (2003). Institutional Analysis and Socio-historical Research: What Compatibility: *L'Homme la Societe* 147, 133–150. .

Scheraga, J.D., and Grambsch, A.E. (1998). Risks, opportunities, and adaptation to climate change. *Climate Research* 11, 85–95. <https://doi.org/10.3354/cr011085>.

Schmitz, J. (1994). Cités noires : les républiques villageoises du Fuuta Tooro (Vallée du fleuve Sénégal). *Cahiers d'Études africaines* 34, 419–460. <https://doi.org/10.3406/cea.1994.2058>.

Schmitz, J. (2008a). La vallée du Sénégal entre (co)développement et transnationalisme. *Politique africaine* N° 109, 56–72. .

Schmitz, J. (2008b). La vallée du Sénégal entre (co)développement et transnationalisme. Irrigation, alphabétisation et migration ou les illusions perdues. *Politique africaine* 109, 56–72. <https://doi.org/10.3917/polaf.109.0056>.

Scholz, R.W., Blumer, Y.B., and Brand, F.S. (2012). Risk, vulnerability, robustness, and resilience from a decision-theoretic perspective. *Journal of Risk Research* 15, 313–330. <https://doi.org/10.1080/13669877.2011.634522>.

Scoones, I. (1998). Sustainable Rural Livelihoods: A Framework for Analysis. Working Paper 72. Institute for Development Studies, Brighton, UK.

Seck, S.M., and Lericollais, A. (1986). Aménagements hydro-agricoles et systèmes de production dans la vallée du Sénégal. *Les Cahiers de la Recherche Développement* 3–11. .

Seck, S.M., Lericollais, A., and Magrin, G. (2009). L'aménagement de la vallée du Sénégal : logiques nationales, crises et coopération entre les États riverains. In *Des Fleuves Entre Conflits et Compromis : Essais d'hydropolitique Africaine / Raison Jean-Pierre* (Ed.), Magrin Geraud (Ed.), (Paris: Karthala), pp. 31–76.

Segnon, A.C., Totin, E., Zougmore, R.B., Lokossou, J.C., Thompson-Hall, M., Ofori, B.O., Achigan-Dako, E.G., and Gordon, C. (2020). Differential household vulnerability to climatic and non-climatic stressors in semi-arid areas of Mali, West Africa. *Climate and Development* 0, 1–16. <https://doi.org/10.1080/17565529.2020.1855097>.

Sen, A. (1981a). *Poverty and Famines: An Essay on Entitlement and Deprivation* (Oxford: Oxford University Press).

- Sen, A. (1981b). Ingredients of Famine Analysis: Availability and Entitlements*. *The Quarterly Journal of Economics* 96, 433–464. <https://doi.org/10.2307/1882681>.
- Sietz, D., Lüdeke, M.K.B., and Walther, C. (2011). Categorisation of typical vulnerability patterns in global drylands. *Global Environmental Change* 21, 431–440. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2010.11.005>.
- Sietz, D., Mamani Choque, S.E., and Lüdeke, M.K.B. (2012). Typical patterns of smallholder vulnerability to weather extremes with regard to food security in the Peruvian Altiplano. *Reg Environ Change* 12, 489–505. <https://doi.org/10.1007/s10113-011-0246-5>.
- Sietz, D., Frey, U., Roggero, M., Gong, Y., Magliocca, N., Tan, R., Janssen, P., and Václavík, T. (2019). Archetype analysis in sustainability research: methodological portfolio and analytical frontiers. *Ecology and Society* 24. <https://doi.org/10.5751/ES-11103-240334>.
- Sila, A., Gérard, F., Daré, W., Ba, A., Faye, E., Adamczewski, A., and Bousquet, F. (2022). Analyse de la construction de la vulnérabilité des ménages du système irrigué de Guédé au nord du Sénégal. *Cah. Agric.* 31, 6. <https://doi.org/10.1051/cagri/2022002>.
- Simonet, G. (2009). Le concept d'adaptation : polysémie interdisciplinaire et implication pour les changements climatiques. *Natures Sciences Sociétés* 17, 392–401. <https://doi.org/10.1051/nss/2009061>.
- Smit, B., and Wandel, J. (2006). Adaptation, adaptive capacity and vulnerability. *Global Environmental Change* 16, 282–292. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2006.03.008>.
- Soumare, M.A. (2003). Impacts de l'irrigation sur l'organisation des terroirs agricoles et la gestion des ressources au Fouta, moyenne vallée du Sénégal, rive gauche. 12. .
- Spiegelberger, T., Bergeret, A., Crouzat, É., Tschanz, L., Piazza-Morel, D., Brun, J.-J., Baud, D., and Lavorel, S. (2018). Construction interdisciplinaire d'une trajectoire socio-écologique de vulnérabilité à l'exemple du territoire des Quatre Montagnes (Isère, France) de 1950 à 2016. *Journal of Alpine Research | Revue de géographie alpine* <https://doi.org/10.4000/rga.5008>.
- Strauss, J. (1986). Does Better Nutrition Raise Farm Productivity? *Journal of Political Economy* 94, 297–320. <https://doi.org/10.1086/261375>.
- Tapsoba, A. (2020). 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. These de doctorat. Paris, Institut agronomique, vétérinaire et forestier de France.
- Tapsoba, A., Gérard, F., and Daré, W. (2018). Grands périmètres irrigués et résilience des paysans au Sahel. *Revue internationale des études du développement* N° 235, 147–176. .

- Tarrière Diop, C. (1996). Tendances actuelles de l'organisation des producteurs dans la moyenne vallée du fleuve Sénégal. Colloque "Agriculture paysanne et question alimentaire", Chantilly, 20-23 février , Chantilly.
- Therville, C., Brady, U., Barreteau, O., Bousquet, F., Mathevet, R., Dhenain, S., Grelot, F., and Br mond, P. (2019). Challenges for local adaptation when governance scales overlap. Evidence from Languedoc, France. *Reg Environ Change* 19, 1865–1877. <https://doi.org/10.1007/s10113-018-1427-2>.
- Tittonell, P., Vanlauwe, B., Leffelaar, P.A., Rowe, E.C., and Giller, K.E. (2005). Exploring diversity in soil fertility management of smallholder farms in western Kenya: I. Heterogeneity at region and farm scale. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 110, 149–165. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2005.04.001>.
- Tittonell, P., Muriuki, A., Shepherd, K.D., Mugendi, D., Kaizzi, K.C., Okeyo, J., Verchot, L., Coe, R., and Vanlauwe, B. (2010a). 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, 83–97. <https://doi.org/10.1016/j.agry.2009.10.001>.
- Tittonell, P., Muriuki, A., Shepherd, K.D., Mugendi, D., Kaizzi, K.C., Okeyo, J., Verchot, L., Coe, R., and Vanlauwe, B. (2010b). 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, 83–97. <https://doi.org/10.1016/j.agry.2009.10.001>.
- Tiwari, S., Lane, M., and Alam, K. (2019). Do social networking sites build and maintain social capital online in rural communities? *Journal of Rural Studies* 66, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2019.01.029>.
- Turner, B.L., Kasperson, R.E., Matson, P.A., McCarthy, J.J., Corell, R.W., Christensen, L., Eckley, N., Kasperson, J.X., Luers, A., Martello, M.L., et al. (2003a). A framework for vulnerability analysis in sustainability science. *PNAS* 100, 8074–8079. <https://doi.org/10.1073/pnas.1231335100>.
- Turner, B.L., Kasperson, R.E., Matson, P.A., McCarthy, J.J., Corell, R.W., Christensen, L., Eckley, N., Kasperson, J.X., Luers, A., Martello, M.L., et al. (2003b). A framework for vulnerability analysis in sustainability science. *PNAS* 100, 8074–8079. .
- Venot, J.P., Dare, W., Kabore, E., Tapsoba, A., Idani, D., and Carboni, S. (2017). ideologies. development models and irrigated land tenure: the bagr  irrigation project in burkina faso. 32. .
- Vidal Merino, M., Sietz, D., Jost, F., and Berger, U. (2019). Archetypes of Climate Vulnerability: a Mixed-method Approach Applied in the Peruvian Andes. *Climate and Development* 11, 418–434. <https://doi.org/10.1080/17565529.2018.1442804>.
- Vincens, J. (1957). La notion de ménage et son utilisation économique. *Revue économique* 8, 412–438. <https://doi.org/10.3406/reco.1957.407239>.

- Vinet, F. (2010). *Le Risque inondation : diagnostic et gestion*, Éditions Tec & Doc Lavoisier, coll. « Science du Risque et du Danger (SRD) », 318 p.
- Walker, B., and Salt, D. (2006). *Resilience Thinking: Sustaining Ecosystems and People in a Changing World* (Island Press).
- Watts, M.J., and Bohle, H.G. (1993). L'espace de la vulnérabilité : la structure causale de la faim et de la famine. *Progress in Human Geography* 17, 43–67. <https://doi.org/10.1177/030913259301700103>.
- Westerhoff, L., and Smit, B. (2008). The rains are disappointing us: dynamic vulnerability and adaptation to multiple stressors in the Afram Plains, Ghana. *Mitig Adapt Strateg Glob Change* 14, 317. <https://doi.org/10.1007/s11027-008-9166-1>.
- Wisner, B., Blaikie, P., Canon, T., and Davis, I. (2004). *At risk: natural hazards, people's vulnerability, and disasters*. (London ; New York: Routledge).
- Zarowsky C, Haddad S, Nguyen V-K. (2013) Au-delà des « groupes vulnérables »: contextes et dynamique de la vulnérabilité. *Global Health Promotion*. (1_suppl):80-87. doi:10.1177/1757975912470060

Annexes

Annexes**Annexes chapitre 3**

Annexe 1 : Guide d'entretien agriculteurs

Guide d'entretien agriculteurs

Bonjour, je m'appelle Anne Jeanne SILA, je suis en thèse au CIRAD de Montpellier. Je travaille dans le cadre d'un projet de recherche qui s'appelle « Après Infrastructures » et qui porte sur la dynamique des vulnérabilités après l'installation d'infrastructures hydro agricoles. Je m'intéresse particulièrement aux impacts de l'introduction de l'irrigation et j'aimerais en savoir davantage sur les changements (politiques, économiques, sociaux, environnementaux) qui sont intervenus.

1- Histoire du périmètre

- Quand est ce que le périmètre a été créé (ou existe) ?
- Qui a créé le périmètre ?
- Quel était l'objectif ?
- Qui a financé ?
- Quelle est sa taille ?
- Comment s'est fait la mise en place des aménagements ?
- Combien il y a-t-il de parcelles ?
- Combien il y a-t-il de personnes ?
- Quels sont les cultures dominantes ?

2- Occupation

- Quelles sont les modalités d'attribution la terre ? ont-elles évoluées au cours des dernières années ?
- Est-ce que c'est les gens qui étaient là, avant qui y travaillent ou est-ce que c'est des gens qui sont venus d'ailleurs ? Qui ? et d'où viennent-ils ?

3- Mode de gestion

- Quel est le mode de gestion du périmètre
- Comment ça fonctionne ? Qui décide ?

4- Les effets et événements marquants

- Qu'est-ce que les aménagements ont changé dans la vie des gens (positif ou négatif) ?
- Quels sont les avantages des aménagements dans la dynamique du territoire ?
- Quels sont les inconvénients des aménagements dans la dynamique du territoire ?
- Quels sont les événements marquants que vous avez connus ? quelle date ?
- Vos parents étaient déjà là ? Où ? quels étaient les événements marquants pour eux dont vous vous souvenez ou vous avez entendu parler ?
- Quelles sont vos craintes dans le futur ?

Annexe 2 : Guide d'entretien institutions locales, services techniques et ONG

Guide d'entretien institutions locales, services techniques et ONG

Bonjour, je m'appelle Anne Jeanne SILA, je suis en thèse au CIRAD de Montpellier. Je travaille dans le cadre d'un projet de recherche qui s'appelle « Après Infrastructures » et qui porte sur la dynamique des vulnérabilités après l'installation d'infrastructures hydro agricoles. Je m'intéresse particulièrement aux impacts de l'introduction de l'irrigation et j'aimerais en savoir davantage sur les changements (politiques, économiques, sociaux, environnementaux) qui sont intervenus.

- Retracer l'histoire de l'institution
- Le contexte de la mise en place et ses anciennes missions
- Les missions actuelles et comment fonctionne l'institution
- Décrire les interactions de l'institution avec les agriculteurs et les autres institutions du territoire
- Les changements potentiels à venir ?
- Ce que l'institution a changé dans la vie des gens,
 1. Présentation de la personne, de son rôle et de la fonction
 - Pouvez-vous nous présenter la structure ? redéfinir vos grandes missions ?
 - Depuis combien de temps occupez-vous la fonction ?
 2. Présentation de la structure et règlement intérieur
 - Pouvez vous nous présenter la structure ? (Service technique, groupement, ONG...)
 - Pouvons-nous parler du début du fonctionnement de la structure (quand) et l'historique et le contexte de la mise en place (quand) et l'historique et le contexte de la mise en place (raisons, motivations) ?
 3. Evolution de la structure et fonctionnement
 - Quelles sont les missions de la structure ?
 - Pouvez vous nous faire un organigramme de la structure ?
 - Quelles sont les sources de financement des activités ?
 - Comment le groupement participe l'amélioration des conditions de vie de ses membres ?
 - 5- La structure et les aménagements hydro agricoles ?
 - Quelles perceptions avez-vous des aménagements hydro agricoles ?
 - Quels sont les impacts (ou influences) des aménagements pour votre structure ?
 - Quelles sont vos relations avec les autres avec les autres structures du territoire ?

Annexe 3 : Guide d'entretien trajectoires des ménages agricoles

Guide d'entretien trajectoires des ménages agricoles

Bonjour, je m'appelle Anne Jeanne SILA, je suis en thèse au CIRAD de Montpellier. Je travaille dans le cadre d'un projet de recherche qui s'appelle « Après Infrastructures » et qui porte sur la dynamique des vulnérabilités après l'installation d'infrastructures hydro agricoles. Je m'intéresse particulièrement aux impacts de l'introduction de l'irrigation et j'aimerais en savoir davantage sur les changements (politiques, économiques, sociaux, environnementaux) qui sont intervenus.

- Quelles parcelles avez-vous travaillé depuis vos débuts ?
- Etat de l'infrastructure de la parcelle que l'on quitte ou dans laquelle on arrive ?
- Date du mouvement (accès ou départ)
- Taille de la famille, taille de la parcelle
- Statut de l'accès à la terre (métayer, locataire, attributaire,)
- Statut de l'infrastructure (PIV, PIP, ...)
- Autres que les parcelles que vous avez travaillées en avez-vous d'autres ?

1. Chronologie des parcelles cultivées

Quelle est votre âge ?

Depuis que vous avez commencé à travailler, quelle parcelle travailliez-vous à ce moment-là ? Ou étiez cette parcelle ?

Cette parcelle-là, de quelle infrastructure dépendait elle ou faisait elle partie? (PIV, PIP...)

A quelle date vous avez eu accès ?

Quel était le statut ? (Locataire, propriétaire ?

Quel était l'état de (du système) l'infrastructure lorsque vous y avez accédé ?

Quelle était la taille de la superficie aménagée de la parcelle, le système d'eau (GMP, station de pompage) ?

Quelle était la taille maximale de cette parcelle ?

Comment l'eau arrive ? (Motopompe, gasoil, électrique, solaire ?)

De quelle GIE dépendait cette parcelle ?

Quelle était la taille de la famille (pour le nombre de bouches à nourrir) et le nombre d'actifs (pour la force de travail) ?

2. S'il a quitté l'infrastructure, ou accès à une nouvelle

Quelle autre parcelle avez-vous cultivé après celle-là ?

Quel était l'état de l'infrastructure quand vous l'avez quitté ? (Bon état, mauvais état) et laquelle ou vous êtes arrivé ?

Quand vous avez eu accès à une nouvelle terre, quel était le statut de votre accès à cette terre ? (métayé locataire attributaire) ?

A quelle date vous avez eu accès ?

Quand vous avez eu accès à une terre quel état le statut (métayé, locataire..)

Quel était le statut de l'infrastructure donc elle faisait partie ?

Quelle est la date de cette infrastructure ?

Quelle était la taille de la superficie aménagée de la parcelle, le système d'eau (GMP, station de pompage) ?

Quelle était la taille maximale de cette parcelle ?

Comment l'eau arrive ? (Motopompe, gasoil, électrique, solaire ?)

De quelle GIE dépendait cette parcelle ?

Quelle était la taille de la famille (pour le nombre de bouches à nourrir) et le nombre d'actifs (pour la force de travail) ?

3. Trajectoire

Est-ce que cette infrastructure fonctionne sur toutes les 3 saisons ?

Pourquoi le changement de parcelle (point de bifurcation de la trajectoire)

Quelles sont les causes ou les raisons du déplacement ou d'absence de déplacement ?

Quelles sont les raisons de ce besoin d'acquérir d'autres parcelles ?

Est ce qu'il y a d'autres parcelles sur lesquelles vous avez travaillé dans le passé, des parcelles que vous avez et que nous n'avons pas cité dans cette histoire ?

Est-ce que cette infrastructure fonctionne sur toutes les 3 saisons ?

4. Carte zonage à dire d'acteurs Cartographie des infrastructures, placer des infrastructures sur la carte

A partir de la carte du système irrigué que nous avons construit sur google street map, chaque personne enquêtée positionnait sur la carte les différents périmètres ou il a travaillé.

Annexe 4 : Questionnaire socio-économique des ménages

**QUESTIONNAIRE D'ENQUETES SOCIO-ECONOMIQUES DES MENAGES AGRICOLES
ZONE DE GUEDE, JANVIER -FÉVRIER-MARS**

Nom de l'enquêteur Date de l'enquête...../ /

.....

Nom du village Quartier Périmètre.....

1. Caractéristiques du chef d'exploitation (CE)

Nom du **chef d'exploitation** (CE) Age (CE) ans

Sexe : Masculin Féminin Ethnie Immigré Autochtone

Si immigré, Région d'origine

Période d'installation du ménage

Avant 1930

Entre 1930 et 1960

Entre 1960 et 1970

Entre 1970 et 1980

Entre 1980 et 1990

A partir de 1990

Le CE sait-il lire et écrire ? Oui Non

Quel est le **niveau de scolarisé** du CE? Aucun niveau Primaire Secondaire
Universitaire

Est-ce que un ou plusieurs membres du ménage adhèrent à une **organisation sociale et/ou paysanne** ? Oui Non

Nom de l'Organisation	Cotisez-vous pour ces OP ? si oui, montant/an	En quoi cette organisation vous est-elle utile ? (aide au crédit, à l'accès au marché, entraide, etc.)
UPRB		

2. Inventaire du capital humain du ménage (membres du ménage)

Avez-vous suivi des **formations agricoles** ces deux dernières années ? Aucune 1 formation
 2 formations 3 formations et plus

Ces formations étaient-elles payantes? Oui Non

Sur quels aspects techniques de la production ont –elles concernées ces formations ?

.....

Quel est le **nombre total de personnes** qui composent le ménage ?

.....

Combien **d’actifs familiaux** composent le ménage ?

.....

Annexes

Caractéristiques détaillées des membres du ménage (recensement de tous les membres vivant dans le ménage)

	Nom et Prénom	Age	Sexe	Emigré ? Si oui ou ?	Actif ? Oui/Non	Pour chaque membre du ménage, dans quelles opérations culturales participe –t-il et pour quelles cultures ? (Dans chaque cage, noter uniquement les numéros des opérations pour lesquelles le membre participe)					
						Riz contre saison chaude	Riz saison hivernale	Tomate	Oignon	Sorgho	Gombo
1	CE										
2	...										
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											

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).

Annexes

Codage des activités (1 : Labour, 2 : Pépinière, 3 : Hersage/concassage, 4 : Planage, 5 : Repiquage ou semi, 6 : Sarclage, 7 : Traitement, 8 : Irrigation 9 : Récolte, 10 : Ramassage et mise en sac, 11 : Battage, 12: Vannage, 13 : transport et autres)

... Suite du tableau sur la participation aux opérations culturales dans les différentes cultures

	Nom et Prénom	Pour chaque membre du ménage, dans quelles opérations culturales participe –t-il et pour quelles cultures ? (Dans chaque cage, noter uniquement les numéros des activités pour lesquelles le membre participe)							
		Aubergine douce	Aubergine amère	Concombre	Mais	Patate douce	Piment	Niébé	Pastèque
1	CE								
2	...								
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									

Annexes

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).

Codage des activités (1 : Labour, 2 : Pépinière, 3 : Hersage/concassage, 4 : Planage, 5 : Repiquage ou semi, 6 : Sarclage, 7 : Traitement, 8 : Irrigation 9 : Récolte, 10 : Ramassage et mise en sac, 11 : Battage, 12: Vannage, 13 : Transport et autres)

3. Nombres de jours de travail que nécessite chaque opération culturale de chaque culture

	Dans chaque cage mettre le nombre de jours que le ménage met pour la réalisation de l'opération culturale.												
	Labour	Pépinière	Hersage	Planage	Repiquage ou semi	Sarclage	Traitement	Irrigation	Récolte	Ramassage	Battage	Vannage	Transport
Riz irrigué													
Riz pluvial													
Maïs													
Mil													
Sorgho													
Arachide													
Niébé													
Voandzou													
Gombo													
Tomate													
Oignon													
Choux													
...													

Annexes

NB : Seules sont concernées les opérations réalisées par le ménage lui-même. Les opérations réalisées par la M.O sont comptabilisées en dessous.

4. Emploi de main d'œuvre salariale et entraide familiale

Avez-vous bénéficié cette année **d'une entraide** pour la réalisation de certaines opérations culturales ?

Oui Non

Si oui, pour quelles opérations culturales

.....

Nombres de jours de travail, Nombres de participants

.....

Dépenses totales effectuées (nourriture) pour la prise en charges de ces personnes

.....

.....

Avez-vous employé de **la main d'œuvre salariale** cette année pour certaines opérations culturales?

Oui Non

Si oui, pour quelles activités et quelles cultures ? (remplir le tableau ci-dessous)

Opérations culturales	Cultures	Nb d'ouvriers ayant travaillés	Nombres de jours mis par la M.O

Quelles sont les raisons de l'emploi de la M.O salariale ?

Manque de main d'œuvre familiale Hausses des surfaces cultivables Manque de temps

Manque d'équipements Incapacité à réaliser les travaux dans le temps

Pénibilité de l'opération culturale Autres

.....

Si pas d'emploi de main d'œuvre agricole, dites pourquoi.

M.O familiale suffisante Coût très élevé de la M. O salariale Manque de la M.O salariale
 Equipements suffisants Autres

.....
.....
.....
.....

6. Inventaire des dotations en facteurs de production

6.1. Inventaire des terres

SAU totale ha, SAU irriguée ha, SAU pluviale ha, Autres SAU ha
 Héritage ha, Attributaire ha, SAU louée ha, Prêt..... ha, Dons..... ha

Cultures	Surface totale en (ha)	Répartition selon les modes d'acquisition des surfaces (ha)				
		Héritage	Attributaire	Louée	Prêt	Dons
Riz contre saison chaude						
Riz saison hivernale						
Tomate						
Oignon						
Sorgho						
Gombo						
Aubergine douce						
Aubergine amère						
Concombre						
Patate douce						
Niébé						
Piment						
...						

Pour les terres héritières, comment s'est passée la transmission ?

.....

Comment se passe le processus d'acquisition des surfaces louées ?

.....

.....
 Comment avez-vous acquis les terres en dons ou en prêt ?

6.2. Inventaire du cheptel

	Effectifs (têtes)	Naissance/an (têtes)	Décès/an (têtes)
Bœufs de trait			
Bovins (bœufs)			
Ovins (moutons)			
Caprins (chèvres)			
Porcins			
Volailles			
Anes			
Cheval			

6.3. Inventaire des équipements

	Nombres	Année d'acquisition	Coûts d'acquisition	Etat actuel	Votre besoin actuel en équipements
Motopompes					
Herses					
Motoculteurs					
Tractions animales					
Charrettes					
.....					

Louez-vous souvent des équipements agricoles pour l'exécution de certaines opérations culturales ?

Oui Non

Si oui, citez les opérations culturales en question ?

.....

Combien les locations d'équipements vous ont coûtées ? (remplir le tableau ci-dessous)

Equipements	Coût de la location/jour	Nombre de jours de location

Motopompes		
Herses		
Motoculteurs		
Tractions animales		
Charrettes		
Tricycles		

7. Production, vente, autoconsommation, charge

7.1. Production végétale

		Riziculture irriguée en double campagne (deux dernières campagnes récoltées)		
		Campagne 1	Campagne 2	Annuelle
Production	unités			
Production paddy	kg			
Vente paddy	Kg			
Prix	cfa/kg			
Chiffre d'affaire	cfa			
Autoconsommation en paddy	kg			
Stock actuel	kg			
Charges				
Semence	Kg			
Coût unitaire	cfa/kg			
Charge totale semence	cfa			
Engrais	Sacs			
Coût unitaire	cfa/sac			
Charge totale engrais	cfa			
Pesticides	Kg ou litre			
Coût unitaire	Cfa/ka ou l			
Charge totale pesticides	cfa			
Taxe (redevance eau)	cfa			
Carburant	cfa			
Charge M.O				
Labour	cfa			
Hersage	cfa			
Planage	cfa			
Repiquage	cfa			
Récolte et mise en tas	cfa			
Battage	cfa			
Vannage	cfa			
Transport du riz	cfa			

Annexes

Emballages				
...				
...				
Location de parcelle	cfa			

Dans les charges de M.O on a (Labour, hersage, repiquage, etc.)

Annexes

7.2. Production animale (douze derniers mois)

	Bœufs	Chèvres	Moutons	Volailles	Autres
Production					
Ventes					
Prix unitaire (cfa)					
Chiffre Affaire					
Autoconsommation					
Prix (cfa marché)					
Valeur					
Charges animales					
Achat de son (cfa)					
Vaccination (cfa)					
Autres charges (cfa)					
Charge M.O					
Autres					
...					

8. Pratiques agricoles

Utilisez-vous dans vos champs **des semences améliorées** ?

Oui Non

Si oui, pour quelles cultures?

.....

.....

.....

Cela permet-il d'améliorer vos rendements agricoles ? Oui Non

Si non, dites nous pourquoi ?

.....

.....

.....

Utilisez-vous **des engrais minéraux** ? Oui Non

Si oui, lister les noms des engrais minéraux utilisés et pour quelles cultures

.....

.....

.....

.....

Cela permet-il d'améliorer vos rendements agricoles ? Oui Non

Si non, dites nous pourquoi ?

.....

.....

.....

Utilisez-vous de **la fumure organique** ? Oui Non

Si oui, pour quelles cultures ?

.....

.....

Cela permet-il d'améliorer vos rendements agricoles ? Oui Non

Si non, dites nous pourquoi ?

.....

.....

.....

Utilisez-vous **des produits phytosanitaires** ? Oui Non

Si oui, pour quelles cultures ?

.....

.....

Types	Listez les noms des produits utilisés
Herbicides	
Insecticides	
Fongicides	

Connaissez-vous l'origine de ces produits que vous utilisez ? Oui Non

Avez-vous une connaissance des doses requises pour le traitement ? Oui Non

Si non, sur quel base faites-vous le dosage des pesticides?

.....

.....

9. Dons et transferts d'argents reçus par le ménage et ses membres

Avez-vous reçu de **transferts d'argent** ces 12 derniers mois ? Oui Non

Origines des fonds	Montant/mois (FCFA)	Montant total annuel (FCFA)	Si quelques mois, citez les
Transferts reçu des membres de la famille émigrés			
Transferts reçu d'autres parents ou frères			
Autres transferts			

Avez-vous reçu **des dons en natures ou en espèces** ces douze derniers mois ?

Oui Non

Types de dons	Donateurs	Si céréales (quantité en kg)	Valeur en FCFA (prix du marché pour les céréales)

10. Accès au crédit, endettement et épargne du ménage

Avez-vous souvent recours au crédit ? Oui Non .

Si non, dites pourquoi et comment faites vous pour financer vos besoins de trésorerie?

.....

.....

.....

.....

.....

Si oui, remplir le tableau ci-dessous

Type de crédit	Montant de crédit contracté et dette		
	Institutions de crédit (Caisse, banque)	Au près d'une organisation paysanne	Au près d'une tierce personne
Financer l'activité agricole			
M.O			
Achat d'équipements			
Intrants agricoles			
Dépense de consommation			
Financer des activités extra-agricoles			

Payer des médicaments (santé)			
Payer scolarité des enfants			
Dettes (crédit non remboursé après échéance)			
Épargne actuelle			
Types de garanties demandées par les prêteurs			

11. Dépenses sociales ces 12 derniers mois et gestion des revenus monétaires

Dépenses sociales ces 12 derniers mois

	Quantité en kg/mois	Montant mensuel (cfa)	Quantité en kg/an	Montant annuel (cfa)
Achat de céréales				
Maïs				
Mil				
Autres				
Santé				
Scolarité				
Légumes				
Viandes				
Vêtements				
Boissons et sucreries				
Autres				

Destination du revenu monétaire de ménage (si revenu destiné à plusieurs dépenses, mettre le pourcentage)

	Revenu des ventes de produits agricoles	Revenu extra-agricoles du CE	Revenu extra-agricoles des autres membres
Refinancement de l'activité agricole			
Dépense alimentaire			
Scolarité des enfants			
Santé			
Achats de vêtements			
Épargne de précaution			
Remboursement de crédit/dette			

12. Circuits de commercialisation des produits agricoles

Avez-vous eu cette année **des difficultés de commercialisation** de certains de vos produits agricoles ?

Oui Non

Si oui, quelles sont les produits concernés?

.....

.....

.....

Quel était le **principal problème** ?

Absence d'acheteurs Surproduction Ventes à crédit Autres

Avez-vous vendu certaines productions à crédit ? Oui Non

Si oui, combien de temps après avez-vous reçu vos paiements ?

1 mois après 2 mois après plus de 3 mois après

Si vous vendez à crédit quelle stratégie adoptez-vous pour financer vos dépenses ?

Emprunt bancaire Vente de bétail Retards dans l'activité agricole Recours aux
revenus extra-agricoles Autres

.....

.....

.....

A qui vendez-vous principalement vos produits agricoles ?

Unités locales de transformation Marché local Acheteurs étrangers Acheteurs
locaux Autres

Parmi ces acheteurs, lesquels sont plus sûr et plus avantageux pour vous ?

.....

.....

.....

13. Analyse de la vulnérabilité du ménage et de la sécurité alimentaire

Que pensez-vous de l'**année en cours** ? Sera-t-elle

Bonne année Mauvaise année Année normale

Selon la réponse donnée, dites pourquoi ?

.....

.....

Combien de **mauvaises années** avez-vous connu depuis ces 20 dernières années ?

Citez les plus marquantes	Raisons de ces mauvaises années	Quelles conséquences cela a eu sur votre production, les ressources, les activités extra-agricoles, etc.

NB : S'il y a eu des pertes de rendements, de terres, de revenus extra-agricoles ou autres, liées à une mauvaise année, demandez à l'agriculture de chiffrer ces pertes (en pourcentage, en nombre, etc.).

Combien de **bonnes années** avez-vous connu depuis ces 20 dernières années?

Citez années depuis 1997	Raisons de ces mauvaises années	Quelles conséquences cela a eu sur votre production, ressources, etc.

(Chiffrer les gains potentiels)

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

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

Quels sont les stress les plus marquants auxquels le ménage a été confronté ? (Préciser l'année)

.....
.....

Arrivez-vous à satisfaire vos besoins alimentaires les années normales ?

.....
.....

Selon vous, quelles politiques pourraient améliorer efficacement votre niveau de vie ?

.....
.....

Comment voyez-vous votre situation économique dans 5 ans, 10 ans ?

.....
.....

Quelles sont les choses que vous pouviez faire avant et que vous ne pouvez plus faire ?

.....
.....

Quelles sont les choses que vous ne pouviez pas faire avant et que vous pouvez faire maintenant ?

.....
.....

Quelles sont les choses que vous aimeriez faire et que vous ne pouvez pas faire ?

.....
.....

Annexe 7 : Métadonnées de la base socio-économique

Nom de Feuille	Informations feuille
Caractéristiques_ménage	Le jeu de données qui figure dans cette feuille "caractéristiques_ménage" renseigne les caractéristiques liées au ménage et à son chef. Les données concernent le prénom, l'âge le sexe, l'ethnie, l'origine, le niveau de scolarisation, le statut matrimonial du chef de ménage ainsi que le nombre des personnes adultes, enfants et actifs (dans le sens qui participent aux activités agricoles) qui composent le ménage. Elles renseignent aussi le nom du village, le nom du quartier, les coordonnées téléphoniques et les coordonnées en latitude, longitude et altitude du ménage avec une précision de 4m.
Avoirs_parcelles_+type_d'accés	'Avoirs_parcelles+type_d'accés" décrit toutes les parcelles dont le ménage est propriétaire et qu'il a acquis soit par héritage, par attribution, par achat ou par don. Ces informations renseignent sur les avoires du ménage en parcelle.
Autres_accés_parcelles	Il décrit en dehors des parcelles dont le ménage est propriétaire, les autres parcelles que le ménage a exploité au cours des 5 dernières années. Ce jeu de données décrit également les modes d'accès de ces parcelles : par location, par métayage ou par prêt gratuit. Ces informations permettent de faire un état de la trajectoire des parcelles du ménage (sur les 5 dernières années) en fonction des différents types d'accès.
Production_CS_chaude	Les données liées à la production contre saison chaude renseignent la production, vente, autoconsommation et charges lors de la dernière contre saison chaude. Elles concernent uniquement le riz.
Production_saison_hivernale	Les données liées à la production saison hivernale renseignent la production, vente, autoconsommation et charges lors de la dernière saison hivernale. Elles concernent uniquement le riz.
Production_campagne_unique	Les données liées à la production campagne unique renseignent la production, vente, autoconsommation et charges lors de la dernière campagne hors contre saison chaude et saison hivernale. Elles concernent uniquement les spéculations en contre saison froide et les cultures traditionnelles dans le Walo et dans les berges
Sup_totale cultivée	La superficie totale cultivée renseigne toutes les parcelles que le ménage a utilisé au cours des douze derniers mois, ainsi que le mode d'accès de la parcelle . C'est une question de vérification répétée

	délibérément pour pouvoir vérifier la cohérence des superficies annoncées.
Recap_toutes productions	Ces données concernent toutes les productions vente autoconsommations et charges du ménage lors des 3 dernières campagne (des 12 derniers mois). Elles concernent les productions en riz de contre saison chaude (CSC) et en saison hivernale (SH) ainsi que les productions en campagne unique de maraichage comme la tomate, le concombre, le gombo...mais aussi les productions en culture traditionnelle notamment dans le Walo et dans les berges. Le jeu de données renseigne la localisation de la production, la superficie cultivée, le mode de financement, la quantité produite, la quantité vendue et la quantité consommée par le ménage. Toutes les charges en intrants en main d'œuvre et autres types de charges sont renseignées. Ces informations permettent de reconstituer le revenu de chaque production et au final le revenu agricole de chaque ménage au cours des trois dernières campagnes. Les informations de production vente et autoconsommation se superposent campagne par campagne. En première position le riz de contre saison chaude, en deuxième position le riz de saison hivernale et en dernier toutes les productions en campagne unique incluant le maraichage et les cultures traditionnelles.
MO_salariale	Ces données correspondent à la main d'oeuvre salariale que le ménage a employé pour ses opérations agricoles. Sur ces données, sont renseignées l'opération culturale pour laquelle le ménage a employé la main d'œuvre, la culture concernée, la parcelle concernée, le nombre de personnes employé, le nombre de jours de travail ainsi que le montant payé à la main d'œuvre salariale. Cette rubrique est aussi une question répétitive qui sert de vérification étant donné que ces informations sur la main d'oeuvre salariale sont également renseignées dans le jeu de données qui renseigne les productions, vente, autoconsommation et charges pour chaque campagne et chaque culture. On renseigne également les raisons qui expliquent l'emploi de la main d'œuvre salariale, ou si le ménage n'a pas recours à cette main d'œuvre, les raisons qui l'expliquent.
Calcul_revenus_toutes prod_agri	Cette feuille de calcul reconstitue le revenu agricole du ménage après extraction de tous les frais de la campagne. Cela permet d'avoir un premier aperçu sur les revenus agricoles par campagne et par ménage.

Temps de travail CSC	Le temps de travail contre saison chaude désigne le temps que le ménage a mis pour chaque opération culturelle lors de cette campagne de contre saison chaude et le nombre de personnes dans le ménage qui ont participé à la réalisation de chaque opération culturelle. Pour chaque campagne, il permet de savoir tout le temps total que le ménage a mis et le nombre de personnes mobilisées dans le ménage lors de cette campagne. La rubrique nombre de jours que le ménage met pour la réalisation de l'opération culturelle concerne uniquement les opérations réalisées par le ménage lui-même. les opérations réalisées par la main d'œuvre salariale n'est pas comptabilisée.
Temps de travail SH	Le temps de travail saison hivernale désigne le temps que le ménage met pour chaque opération culturelle lors de cette campagne de saison hivernale et le nombre de personnes dans le ménage qui ont participé à la réalisation de chaque opération culturelle. Pour chaque campagne, il permet de savoir tout le temps total que le ménage a mis et le nombre de personnes mobilisées dans le ménage lors de cette campagne. La rubrique nombre de jours que le ménage met pour la réalisation de l'opération culturelle concerne uniquement les opérations réalisées par le ménage lui-même. Les opérations réalisées par la main d'œuvre salariale n'est pas comptabilisée.
Temps de travail Campagne unique	Le temps de travail le temps campagne unique désigne le temps que le ménage a mis pour chaque opération culturelle lors des campagnes autre que le riz et le nombre de personnes dans le ménage qui ont participé à la réalisation de chaque opération culturelle. Pour chaque campagne, il permet de savoir tout le temps total que le ménage a mis et le nombre de personnes mobilisées dans le ménage lors de cette campagne. La rubrique nombre de jours que le ménage met pour la réalisation de l'opération culturelle concerne uniquement les opérations réalisées par le ménage lui-même. les opérations réalisées par la main d'œuvre salariale n'est pas comptabilisée.
Temps de travail Walo	Le temps de travail Walo désigne le temps que le ménage a mis pour chaque opération culturelle lors de sa dernière campagne dans le Walo et le nombre de personnes dans le ménage qui ont participé à la réalisation de chaque opération culturelle. Pour chaque campagne, il permet de savoir tout le temps total que le ménage a mis et le nombre de personnes mobilisées dans le ménage lors de cette campagne. La rubrique nombre de jours que le ménage met pour la réalisation de l'opération culturelle concerne uniquement les opérations réalisées par

	le ménage lui-même. Les opérations réalisées par la main d'œuvre salariale n'est pas comptabilisée.
Temps de travail berges	Le temps de travail berges désigne le temps que le ménage a mis pour chaque opération culturelle lors de la dernière campagne dans les berges et le nombre de personnes dans le ménage qui ont participé à la réalisation de chaque opération culturelle. Pour chaque campagne, il permet de savoir tout le temps total que le ménage a mis et le nombre de personnes mobilisées dans le ménage lors de cette campagne. La rubrique nombre de jours que le ménage met pour la réalisation de l'opération culturelle concerne uniquement les opérations réalisées par le ménage lui-même. les opérations réalisées par la main d'œuvre salariale n'est pas comptabilisée.
Avoirs+prod_animale	Cette rubrique renseigne tous les avoires du ménage en bétail (boeufs, moutons, chèvres, volaille) les naissances et les décès au cours des douze derniers mois ainsi que le nombre d'animaux vendus et le chiffre d'affaire, les animaux consommés et leur valeur sur le marché, ainsi que toutes les charges liées aux animaux que possède le ménage. Ces données permettent de reconstituer la production vente, autoconsommation et charge animale de chaque ménage.
Membres du ménage et activités extra agricoles et revenus	Cette rubrique renseigne toutes les informations relatives aux membres du ménage (prénom, âge, sexe, lieu de résidence), les opérations culturelles auxquelles le membre participe et la culture concernée. Elle renseigne également toutes les activités extra agricoles du membre et les revenus qu'il tire de ces activités.
Equipements+prestations_services	La feuille équipements +prestations de services renseigne les facteurs de productions agricoles du ménage ainsi que les prestations de services que le ménage offre. Les facteurs de productions concernent les avoires du ménage en équipements agricoles (charrette, tracteur motopompe), le nombre, l'année d'acquisition, le cout d'acquisition et l'état actuel de l'équipement. Les facteurs de productions concernent également les animaux qui participent aux activités agricoles (cheval, âne, chameau) leur effectif, le nombre de naissances et le nombre de décès de ces animaux. Les prestations de services concernent les parcelles et les équipements que le ménage met en location, les revenus tirés de la mise en location ou toute autre prestation de services et ses revenus.
Dons transferts	Ces données concernent tous les dons, transferts de membres et de non membres de la famille ainsi que les aides publiques ou les pensions

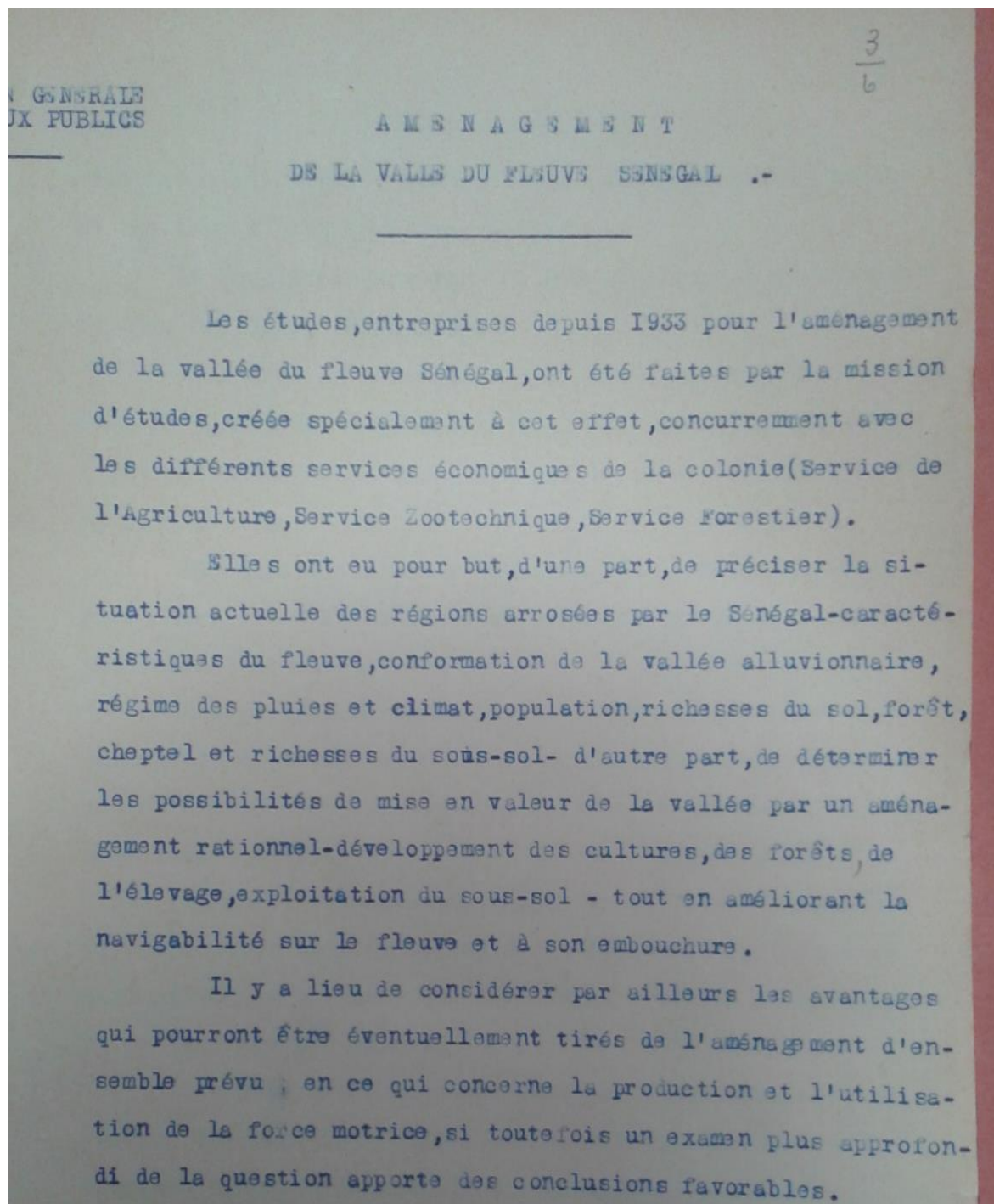
	de retraite dont peut bénéficier le ménage et qui constituent des moyens d'existence pour le ménage. Ces informations permettent de capter les entrées d'argent du ménage au cours des douze derniers mois.
Dépenses ménages	Le jeu de données "dépenses" du ménage renseigne les dépenses engagées par le ménage au cours des 12 dernières années. Elles concernent les dépenses en céréales (riz, maïs, mil, sorgho), les dépenses quotidiennes pour le petit déjeuner, le déjeuner et le dîner ainsi que les dépenses de santé, de scolarité des enfants, les dépenses de vêtements, d'événements familiaux et les dépenses en thé et boisson.
Crédit endettement	Le crédit endettement du ménage renseigne tous les montants de crédit que le ménage a emprunté auprès des institutions de crédit, des organisations paysannes, des organisations sociales, ou auprès de tierce personne pour financer les activités agricoles, les dépenses de consommation, de santé, les activités extra agricoles, la scolarité des enfants ou toute autre dépense. Pour chaque crédit emprunté, est renseigné le taux d'intérêt et le montant actuel de la dette. Ce jeu de données relatif au crédit et à l'endettement renseigne également si le ménage a oui ou non souvent recours au crédit et si non comment il fait pour financer ses besoins de trésorerie.
Commercialisation	Cette rubrique renseigne le processus de commercialisation des productions agricoles du ménage, les difficultés ou les facilités liées à la commercialisation de ces productions. Il renseigne également si le ménage a vendu certaines de ses productions à crédit, et les stratégies qu'il a adoptées pour financer ses dépenses.
pratiques agricoles	Les pratiques agricoles renseignent les différents types d'intrants agricoles que le ménage utilise. Il s'agit de l'engrais, des semences, des produits phytosanitaires, la fumure organique et pour chacune de ces intrants le chef évalue l'impact de son utilisation sur sa production. Pour les produits phytosanitaires, on évalue la connaissance du ou des utilisateurs sur l'origine des produits, la connaissance des doses requises et on questionne si les utilisateurs mettent des protections lors des traitements.
Relations ménages	Les "relations du ménage" informent sur les membres du ménage qui adhèrent à des organisations sociales ou paysannes, groupements, et en quoi l'appartenance à ces groupements est-elle bénéfique pour le ménage (entraide, accès au crédit, relations sociales).

Entraide familiale	Les données relatives à l'entraide familiale permettent de renseigner si le ménage a bénéficié d'une entraide familiale pour réaliser certaines opérations culturales, quelles sont les opérations culturales et les campagnes concernées, ainsi que le nombre de personnes qui ont participé à l'entraide et les dépenses engagés (repas ou thé offert...)
Ressenti des 6 derniers campagnes	Cette feuille renseigne sur comment le ménage a ressenti ou évalue les 6 dernières campagnes : la dernière contre saison chaude, la dernière saison hivernale, la dernière campagne unique, l'avant dernière contre saison chaude, l'avant dernière saison hivernale et l'avant dernière campagne unique. Le chef renseigne si chacune de ces campagnes a été bonne, moyenne, mauvaise ou si le ménage n'a pas cultivé. Pour chacune, le chef de ménage donne les raisons de son évaluation de chacune de ces six campagnes. Les informations relatives au ressenti permettent de voir les facteurs explicatifs à une réussite ou un échec d'une campagne agricole. Elle permet aussi de déceler les risques auxquels les producteurs sont confrontés.
Liste_bonnes_annees	Dans cette rubrique les données essentiellement qualitatives renseignent les bonnes années que le chef de ménage a connu depuis qu'il a commencé à travailler, les raisons qui expliquent ces bonnes années et leurs impacts sur la vie du ménage.
Liste_mauvaises années	Dans cette rubrique les données essentiellement qualitatives renseignent les mauvaises années que le chef de ménage a connu depuis qu'il a commencé à travailler les raisons qui expliquent ces mauvaises années et leurs impacts sur la vie du ménage
Stratégies d'adaptations	La rubrique "stratégies d'adaptation" renseigne les actions que le chef engage si le ménage gagne plus d'argent et les stratégies qu'il adopte pour faire face aux mauvaises années.
Sécurité alimentaire capacités	Essentiellement qualitative, La rubrique relative à la sécurité alimentaire et structure des capacités représente un groupe de questions ouvertes qui permet au producteur d'évaluer sa capacité à satisfaire les besoins alimentaires de son ménage les années normales. Elle permet aussi de recueillir le point de vue du chef sur l'évolution de sa situation future (5années à venir) et sur les décisions et actions qu'il pense être nécessaires pour améliorer sa situation. La dernière partie liée à la structure des capacités du ménage questionne la liberté d'être et d'agir du chef de ménage dans la dynamique du bien-être du ménage. Cette structure des capacités questionne les choses que le chef pouvait faire avant et qu'il ne peut plus faire aujourd'hui

	ainsi que les choses qu'il ne pouvait pas faire avant mais qu'il peut faire aujourd'hui.
N.B	Le petit triangle (rouge) dans l'angle de chaque cellule indique la question correspondante est attaché à celle-ci. Lorsque vous placez le curseur sur la cellule, la question s'affiche.
N.B	Pour chaque feuille, tout groupe de cellule qui est surligné de la même couleur veut dire que c'est la même question mais qui se décline en plusieurs choix de réponses différentes.
N.B	Toutes les productions sont exprimées en kilogramme
N.B	Toutes les superficies sont exprimées en are

Annexes chapitre 4

Annexe 8 : Document commission Guernut de 1939



Annexe 9 : Evolution du peuplement de 1942 à 1956.

En 1942, un tout premier essai fut tenté avec 28 colons, avant l'installation officielle du colonat de 1943.

Le tableau ci-dessous groupe les éléments que nous avons pu rassembler pour les années 1943-1956 : nombre de colons, superficies cultivées, rendements annuels et parfois à l'hectare.

années	colons	superficie en ha	récolte (T)	rendement Ha
1943	50	68	110	1 600
1944	60			
1945		200		
1946		203	260	1 800
1947	90	215	180	800
1948	95	153	165	1 200
1949		135	200	1 480
1950	107	172		
1951	63	120 (riz)	109	850
1952	59	120 "	127	
1953	47	70 "	100	
1954	37	47 "	65	
1955	37	48 "		
1956	32	40 "	35	829

(1) - Rapport de M. R. DUBOIS - Service de l'Agriculture - 1954.

Annexe Chapitre 5

Annexe 10 : Matrice de corrélation des variables choisies pour la typologie

Variables	Taille ménage	SAU irrigué (ha)	Surface irriguée cultivée (ha)	Surface non irriguée cultivée	Equipements	Cheptel total	Nombre organisation paysanne	Nombre organisation sociale	Revenu extra agricole par actif
Taille ménage	1	0,032	0,141	0,004	-0,003	-0,058	-0,067	0,071	-0,116
SAU irrigué (ha)	0,032	1	0,562	-0,012	0,025	0,043	0,523	-0,101	-0,014
Surface irriguée cultivée	0,141	0,562	1	-0,007	0,103	-0,130	0,291	0,017	-0,093
Surface non irriguée cultivée	0,004	-0,012	-0,007	1	0,245	0,040	0,129	-0,095	-0,071
Equipements	-0,003	0,025	0,103	0,245	1	0,181	0,059	0,124	0,052
Cheptel total	-0,058	0,043	-0,130	0,040	0,181	1	0,003	0,061	0,123
Nombre organisation paysanne	-0,067	0,523	0,291	0,129	0,059	0,003	1	-0,031	0,078
Nombre organisation sociale	0,071	-0,101	0,017	-0,095	0,124	0,061	-0,031	1	-0,010
Revenu extra agricole par actif	-0,116	-0,014	-0,093	-0,071	0,052	0,123	0,078	-0,010	1

Annexe 11 : Variables supplémentaires de la typologie

	Type 1	Type 2	Type 3	Type 4	Type 5	Type 6	Type 7	Pr > F(Modèle)	Significatif
Age_CE	40,5	50,6	48,1	51,4	48,3	44,6	55,5	0,002	Oui
Sup cult CSC (ha)	0,2	0,1	0,3	0,5	0,3	0,1	0,3	0,000	Oui
Sup cult SH_ha	0,2	0,1	0,2	0,4	0,2	0,1	0,1	0,016	Oui
Sup cultivée oignon	0,24	0,097	0,22	0,17	0,20	0,54	0,15	0,012	Oui
Sup cult FVI (ha)	0,5	0,2	0,2	0,1	0,2	0,1	0,4	0,000	Oui
Sup totale cult riz (ha)	0,4	0,2	0,5	0,8	0,5	0,2	0,4	<0,0001	Oui
Sup tot_cult maraichage (ha)	0,5	0,2	0,4	0,4	0,3	0,1	0,2	0,000	Oui
Nbre tot parcelles cult_irrigué	3,2	2,2	2,8	3,2	2,5	2,1	2,2	0,002	Oui
Surface par actif (ha)	0,2	0,1	0,1	0,3	0,3	0,1	0,4	0,0001	Oui
Revenu extra agri net (FCFA)	198 193,5	1 087 333,3	249 400,0	266 088,0	170 108,1	248 800,0	122 571,4	0,001	Oui

Part du revenu agricole (%)	32	10	83	50	42	7	50	0,0001	
Part du revenu extra agricole	20,9	59,0	22,0	18,3	21,2	22,4	15,5	0,001	Oui

Le test de Kruskal Wallis effectué ici montre que les différences sur des variables supplémentaires entre les sept types de ménages pour lesquelles le test de Kruskal Wallis a été significatifs. Les groupes sont significatives au seuil de 5 % ($P < 0,05$). Signification : * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$. ¹Anova ² Kruskal Wallis.

Annexes chapitre 7

Annexe 12 : Moyennes et coefficients de variations des différentes variables interrogées

	TVI E	TVI E	MVI E	MVI E	PVIE E	PVIE E	Total E	Total E	Test F
Statistique	X	CV (n)	X	CV (n)	X	CV(n)	X	CV (n)	
Age chef de ménage	47,66	0,27	45,71	0,23	48,97	0,27	47,68	0,27	NS
Période d'installation ménage	2,80	0,45	3,12	0,57	2,86	0,56	2,84	0,49	NS
Nbre actifs familiaux	5,87	0,39	4,41	0,43	3,59	0,44	5,34	0,44	<0,001²
Nbre enfants	5,07	0,59	4,94	0,52	4,48	0,60	4,96	0,59	NS
Nbre adultes	5,55	0,35	4,81	0,41	4,62	0,56	5,33	0,40	NS
Taille ménage	10,64	0,36	9,35	0,42	9,24	0,46	10,28	0,38	0,0016^{*2}
Dépendants	4,77	0,74	4,94	0,59	5,66	0,68	4,94	0,72	
SAU irrigué (ha)	0,69	1,02	0,78	0,79	0,78	1,23	0,72	1,05	
Nbre parcelles possédées	1,45	0,60	1,41	0,65	1,31	0,60	1,42	0,61	NS
Superficie cultivé CSC (ha)	0,27	0,91	0,23	0,92	0,36	0,95	0,28	0,94	NS
Nbre Parcelles cultivées en CSC	0,79	0,56	0,76	0,71	0,79	0,69	0,79	0,60	NS
Part superficie du riz de CSC %	33,89	0,72	39,81	0,83	29,03	0,84	33,62	0,75	NS
Superficie cultivée en SH (ha)	0,19	1,10	0,15	1,31	0,28	1,32	0,20	1,21	NS
Nbre Parcelles cultivées en SH	0,60	0,81	0,47	1,06	0,59	0,84	0,59	0,84	NS
Part superficie du riz de SH %	22,27	0,95	15,47	1,13	17,59	0,97	20,84	0,98	NS
Superficie cultivée en oignon (ha)	0,16	1,25	0,20	1,17	0,29	0,92	0,19	1,19	0,015^{*2}
Nbre Parcelles cultivées en oignon	0,62	0,86	0,71	0,65	0,90	0,61	0,67	0,80	0,045^{*2}
Part superficie oignon %	27,15	1,16	23,49	0,95	41,21	0,84	29,19	1,09	NS
Superficie cultivée en tomate (ha)	0,11	1,49	0,13	1,37	0,11	2,01	0,12	1,58	NS
Nbre Parcelles cultivée en tomate	0,44	1,20	0,71	0,81	0,38	1,28	0,45	1,17	NS
Part superficie tomate %	12,97	1,36	15,15	0,84	9,07	1,55	12,51	1,34	NS
Superficie cultivée Aubergine (ha)	0,01	3,91	0,01	4,00	0,01	3,17	0,01	3,77	NS
Nbre Parcelles cultivées en aubergine	0,07	3,64	0,06	4,00	0,14	3,14	0,08	3,63	NS
Part superficie aubergine %	2,45	5,40	2,72	3,87	2,26	3,74	2,44	5,04	NS
Superficie cultivée en concombre (ha)	0,00	5,39	0,01	4,00	0,01	3,14	0,01	4,63	NS
Nbre Parcelles concombre	0,04	4,96	0,06	4,00	0,10	2,94	0,05	4,28	NS

Part superficie concombre %	1,11	8,17	1,92	3,87	0,85	3,26	1,14	7,18	NS
Superficie cultivée en Gombo (ha)	0,00	11,27	0,01	4,00	0,00		0,00	9,56	NS
Nbre Parcelles cultivées en gombo	0,01	11,27	0,06	4,00	0,00		0,01	9,27	NS
Part superficie gombo %	0,26	11,18	1,44	3,87	0,00		0,33	9,34	NS
Superficie cultivée en FVD (ha)	0,70	1,02	0,63	0,89	0,86	1,33	0,72	1,10	NS
Superficie cultivée en FVI (ha)	0,21	1,47	0,16	1,22	0,48	1,36	0,25	1,57	0,03 6* 1
Superficie totale cultivée en riz (ha)	0,46	0,81	0,38	0,89	0,64	1,00	0,48	0,90	NS
Nbre total de parcelles cultivées en riz	1,39	0,55	1,24	0,65	1,38	0,70	1,37	0,59	NS
Superficie totale cultivée en maraichage	0,29	0,90	0,36	0,92	0,43	0,80	0,32	0,90	NS
Nbre total parcelles cultivées en Maraichage	1,17	0,68	1,59	0,68	1,52	0,56	1,27	0,67	NS
Superficie totale cultivée en irriguée	0,75	0,67	0,74	0,74	1,07	0,75	0,80	0,72	NS
Nbre total de parcelles cultivées en irrigué	2,56	0,41	2,82	0,46	2,90	0,43	2,64	0,42	NS
Superficie cultivée en non irrigué ha	0,16	3,33	0,04	3,20	0,28	3,34	0,17	3,55	NS
Nbre parcelles cultivées en non irrigué	0,18	2,25	0,24	2,32	0,34	1,75	0,21	2,17	NS
Superficie totale parcelles exploitées	0,91	0,77	0,79	0,71	1,35	0,90	0,97	0,84	NS
Nbre total parcelles exploitées	2,74	0,39	3,06	0,41	3,24	0,45	2,86	0,41	NS
Effectifs charrettes	0,44	1,20	0,29	1,55	0,55	1,02	0,44	1,20	NS
Effectifs chevaux	0,31	2,03	0,24	1,80	0,48	1,50	0,33	1,91	NS
Effectifs ânes	0,38	2,52	0,29	2,26	0,45	1,72	0,38	2,36	NS
Nbre équipements	1,13	1,38	0,82	1,52	1,48	1,04	1,16	1,33	NS
Effectif bœufs	2,13	1,76	4,94	2,36	3,34	1,55	2,60	2,06	NS
Effectif moutons	2,86	1,93	7,41	1,93	5,34	1,81	3,72	2,09	NS
Effectif chèvres	2,76	1,60	3,76	2,46	4,31	2,58	3,11	2,12	NS
Total petits ruminants	5,62	1,40	11,18	2,07	9,66	1,56	6,83	1,73	NS
Cheptel total	7,74	1,28	16,12	2,15	13,00	1,22	9,44	1,64	0,02* 2
Ratio bœufs	20,29	1,50	15,88	1,22	28,88	1,11	21,29	1,41	NS
Ratio petits ruminants	58,62	0,71	60,59	0,62	64,22	0,55	59,74	0,68	NS
Nbre d'appartenance à une organisation paysanne	1,02	0,51	1,18	0,60	1,14	0,60	1,05	0,54	NS
Nbre organisation sociale	0,66	1,53	0,59	1,55	0,34	1,91	0,60	1,59	NS
Surface par actif	0,17	0,87	0,19	0,70	0,40	0,92	0,21	1,03	0,00 0** 1

Ratio de dépendance	1,09	1,12	1,29	0,60	1,99	0,87	1,26	1,05	0,00 1*2
Rendement oignon (tonne/ha)	9,7 a	0, 3	14,3 b	0,6	12,2 ab	0,6	10,7	0,6	0,01 5*
Charges /are oignon	5775	1,09	8653	1,2	4960	0,9	5919	1,3	NS
Revenu net oignon	1187 43	2,07	4019 96	1,02	5067 01	0,9	2356 97	1,6	0,00 0*** 2
Prix de vente kilo oignon	102	0,5	150	0,3	110	0,3	109	0,4	0,04 5*2
Productivité par jour oignon	3496	1,9	5787	0,7	8393	1,1	4845	1, 9	0,00 4*2
Rendement riz CSC (tonne/ha)	3,92	0,4	4,14	0,3	4,36	0,3	4,02	0,3	NS
Charges /are riz CSC	4195	0,2	3795	0,4	3990	0,2	4121	0,2	NS
Revenu net riz CSC	3244 9,00	2,5	6839 2,80	1,4	9736 5,85	1,3	4710 0,28	2	0,04* 2
Prix de vente au kilo	127,8 7	1,2	106,2 6	0,3	133,5 9	0,4	126,2 3	1,1	NS
Productivité par jour riz CSC	588	1,9	1000, 05	1,4	1057	0,82	709,5	1,6	NS
Rendement riz de SH	3,8	0,34	4,4	0,43	3,9	0,36	3,8	0,35	NS
Charges are/riz SH	4104, 12	0,24	4295, 2	0,25	4018, 7	0,15	4104	0,24	NS
Revenu net riz SH	3071 6,7	2,1	5942 4	1,5	5363 3	1,9	3666 2	2,1	NS
Prix au vente kilo riz SH	106	0,4	127	0,1	122	0,3	123	0, 3	NS
Productivité par jour riz SH	490	2,1	842,1	1,05	751,1	1,2	560	1,8	NS
Rendement tomate	18,01	0,56	26,6	0,63	22,2	0,6	19,8	0,6	NS
Charges are/tomate	7348	0,3	6925, 65	0,45	7238	0,27	7274	0,32	NS
Revenu net tomate	7465 2,90	2,7	1493 70	1,6	1108 27,76	1,9	9036 4	2,3	NS
Prix au vente kilo tomate	113	0,5	124	0,47	110,4 4	0,26	115	0,5	NS
Productivité par jour tomate	1463	2,4	3565, 22	1,4	2556, 24	1,9	1916	2,1	NS
Revenu net agricole FCFA	2127 65,7 2	1,53	4727 52,6 5	1,10	8021 14,3 4	0,84	3363 91,5 1	1,42	<0,0 001* **2
Revenu extra agri	1810 25,20	1,60	6194 11,76	1,21	6935 17,24	1,81	3100 12,72	2,11	
Revenu élevage	1397 62,0 9	2,65	1307 76,4 7	2,03	5090 79,3 1	1,13	2004 37,0 6	2,13	<0,0 001* **2
Revenu transferts famille	7847 6,56	2,16	8294 1,18	2,45	1877 58,6 2	1,42	9712 6,44	2,02	0,00 9*2
Revenu location parcelle	7320, 31	4,72	6235, 29	3,77	0,00		5994, 25	5,12	NS
Nbre sources revenus	2,51	0,37	2,53	0,34	2,86	0,30	2,57	0,36	NS

Revenu extra agri total	2802 51,5 6	1,28	7203 52,9 4	0,98	8916 20,6 9	1,42	4251 44,8 3	1,61	0,00 9*²
Revenu net global	6254 59,06	0,89	1317 646,7 6	0,48	2202 814,3 4	0,56	9559 79,14	0,98	
Revenu par actif	1199 67,59	1,08	2966 33,95	0,15	6652 01,86	0,52	2281 00,48	1,19	
Part du revenu agricole	43,40	2,87	38,06	0,91	37,97	0,87	41,98	2,58	NS
Part du revenu extra agricole	22,51	1,50	40,05	0,92	26,09	1,20	24,82	1,37	NS
Part du revenu élevage	25,30	1,66	10,75	1,75	25,68	1,07	23,94	1,61	NS
Part du revenu transferts	4,13	26,73	9,93	2,58	9,68	1,34	5,62	16,94	NS
Part du revenu aides publiques	4,66	3,65	1,22	2,83	0,58	3,05	3,64	4,05	NS
Productivité agricole /jour	4545 ,63	1,80	4195 ,24	2,24	4646 ,56	1,94	4528 ,46	1,86	0,00 2¹

L'ANOVA et/ou le test de Kruskal Wallis montrent que les différences de revenu net par agriculteur entre les cinq sous-groupes sont significatives au seuil de 5 % ($P < 0,05$). Signification : * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$. ¹ Anova ² Kruskal Wallis. Les chiffres en gras correspondent aux variables pour lesquelles les tests (Anova ou Kruskal Wallis) ont été significatifs.

*CV= coefficient de variation

*X= moyenne

*NS= non significatif

Annexe 13 : Valeurs de référence par culture

Culture	Quantité urée (kg)/ha	Quantité NPK (kg)/ha	Temps de travail /jrs/ha	Rendement tonne (ha)	Prix (kg/Fcfa)	Prod brute (Fcfa)	Charges (Fcfa)	Valeur ajoutée brute (Fcfa)	Productivité (Fcfa)
Riz CSC	300	150	194	5,4	140	808925	284925	524000	2685
Riz SH	300	150	194	5	140	748665	284925	463740	2400
Tomate	430	200	193	24	55	1197995	569850	628145	3275
Oignon Janvier	450	350	170	19	189	3583505	582950	300055	17619
Oignon Février	450	350	170	15	111	1664355	582950	1081405	6353
Gombo	370	370	213	7	216	1502570	493215	1009355	4716
Aubergine douce novembre	500	300	218	15	105	1640775	543650	1097125	5043
Aubergine douce Février	500	300	218	12	262	3153170	613735	2539435	11659
Sorgho			108	750kg/ha	451	336670	13755	322915	3406
Niébé			108	100k/ha	497	49780	2620	47160	3406

Source : Jestin 2021, Costea

Annexe 14 : Contribution des différentes cultures à l'insécurité économique

Num_menage	Classe	Spéculation	Productivité/jour	Sécu éco
1	TVIE	RIZ CSC	2735,56701	Peu
1	TVIE	Tomate	-1448,18653	Forte
1	TVIE	Oignon	1676,47059	Modérée
1	TVIE	Aubergine amère	-940,366972	Forte
2	TVIE	Aubergine douce	-871,559633	Forte
3	TVIE	RIZ CSC	675,773196	Modérée
3	TVIE	RIZ SH	137,800687	Forte
3	TVIE	Oignon	-1911,76471	Forte
3	TVIE	Tomate	1164,50777	Modérée
4	TVIE	RIZ CSC	-246,907216	Forte
4	TVIE	RIZ SH	173,367698	Forte
5	TVIE	RIZ CSC	1531,27148	Modérée
5	TVIE	RIZ SH	423,71134	Forte
5	TVIE	Tomate	2538,8601	Peu
5	TVIE	Tomate	-3251,29534	Forte
5	TVIE	Oignon	1875	Modérée
5	TVIE	Concombre	8161,51203	Peu
6	TVIE	RIZ CSC	-684,911942	Forte
6	TVIE	RIZ SH	407,433532	Forte
6	TVIE	Oignon	2854,96957	Peu
7	PVIE	RIZ CSC	1676,80412	Modérée
7	PVIE	RIZ SH	-1336,61541	Forte
7	PVIE	Tomate	5621,73575	Peu
7	PVIE	Piment	-1520,61856	Forte
7	PVIE	Concombre	8595,36082	Peu
8	TVIE	RIZ CSC	414,247423	Forte
8	TVIE	RIZ SH	729,381443	Forte
8	TVIE	Tomate	5221,36195	Forte
8	TVIE	Tomate	-658,031088	Forte
9	TVIE	RIZ CSC	-1301,29602	Forte
9	TVIE	Oignon	4921,56863	Peu
9	TVIE	Tomate	463,385147	Forte
10	TVIE	RIZ CSC	381,291692	Forte
10	TVIE	Tomate	6138,49601	Peu
10	TVIE	Gombo	2690,14085	Peu
10	TVIE	Sorgho	4375	Peu
10	TVIE	Concombre	2689,00344	Peu
11	TVIE	RIZ CSC	688,14433	Forte
11	TVIE	RIZ SH	865,463918	Modérée
11	TVIE	Tomate	-2714,65581	Forte
12	TVIE	RIZ CSC	-613,041237	Forte
12	TVIE	RIZ SH	376,26153	Forte
12	TVIE	Tomate	-489,002591	Forte

12	TVIE	Oignon	1629,41176	Modérée
13	TVIE	RIZ CSC	-1453,01348	Forte
13	TVIE	RIZ SH	-1391,85567	Forte
13	TVIE	Tomate	10658,5891	Peu
14	TVIE	RIZ SH	957,731959	Modérée
14	TVIE	Aubergine douce	-1586,73895	Forte
15	TVIE	RIZ CSC	297,42268	Forte
15	TVIE	RIZ SH	1303,01915	Modérée
17	PVIE	RIZ CSC	1592,78351	Peu
17	PVIE	Tomate	4917,962	Peu
18	PVIE	Oignon	0	Forte
19	TVIE	RIZ CSC	-1791,23711	Forte
19	TVIE	RIZ SH	2031,78694	Peu
20	TVIE	RIZ CSC	543,298969	Forte
20	TVIE	Oignon	11205,8824	Peu
20	TVIE	Concombre	-803,108808	Forte
21	TVIE	RIZ CSC	1677,83505	Modérée
21	TVIE	Tomate	-56,1312608	Forte
21	TVIE	Oignon	-1995,58824	Forte
21	TVIE	Concombre	8788,65979	Peu
22	TVIE	RIZ CSC	191,340206	Forte
22	TVIE	Oignon	6220,58824	Peu
22	TVIE	Aubergine amère	11055,0459	Peu
22	TVIE	Tomate	4455,95855	Peu
23	PVIE	RIZ CSC	958,762887	Modérée
23	PVIE	RIZ SH	1815,46392	Peu
23	PVIE	Oignon	-5235,29412	Forte
23	PVIE	Patate douce	1469,07216	Modérée
24	TVIE	RIZ CSC	-16,4697008	Forte
24	TVIE	RIZ SH	424,123711	Forte
24	TVIE	Oignon	1911,76471	Peu
25	TVIE	RIZ CSC	1078,94737	Modérée
25	TVIE	RIZ SH	-1847,52577	Forte
25	TVIE	Tomate	-250,051813	Forte
26	PVIE	RIZ CSC	275,304592	Forte
26	PVIE	RIZ SH	-240,607102	Forte
26	PVIE	Patate douce	0	Forte
27	TVIE	RIZ CSC	587,477259	Forte
27	TVIE	RIZ SH	333,267248	Forte
27	TVIE	Tomate	2590,67358	Peu
29	TVIE	RIZ CSC	1265,97938	Modérée
29	TVIE	Tomate	-92,0685532	Forte
30	MVIE	RIZ CSC	599,484536	Forte
30	MVIE	RIZ SH	1977,43854	Peu
30	MVIE	Tomate	11079,4739	Peu
30	MVIE	Oignon	7882,35294	Peu
31	TVIE	RIZ SH	947,400269	Modérée

31	TVIE	Tomate	338,341969	Forte
31	TVIE	Oignon	-1455,88235	Forte
34	TVIE	RIZ CSC	-781,319878	Forte
34	TVIE	RIZ SH	-203,676976	Forte
34	TVIE	Oignon	2525,29412	Peu
34	TVIE	Tomate	2934,91914	Peu
34	TVIE	Tomate	1670,98446	Modérée
35	PVIE	RIZ CSC	2345,87629	Peu
35	PVIE	RIZ CSC	-579,814433	Forte
35	PVIE	RIZ SH	135,56701	Forte
35	PVIE	Oignon	6006,86275	Peu
35	PVIE	Oignon	738,729068	Forte
35	PVIE	Tomate	-372,884283	Forte
36	MVIE	RIZ CSC	3192,78351	Peu
36	MVIE	RIZ CSC	2299,69072	Peu
36	MVIE	RIZ SH	-595,463918	Forte
36	MVIE	Oignon	558,529412	Forte
37	TVIE	RIZ CSC	405,154639	Forte
37	TVIE	Oignon	-2823,52941	Forte
37	TVIE	Tomate	7351,03627	Peu
37	TVIE	Sorgho	803,240741	Forte
38	TVIE	RIZ CSC	1537,52577	Modérée
38	TVIE	Oignon	1388,88889	Modérée
38	TVIE	Tomate	11743,5233	Peu
39	TVIE	RIZ CSC	152,405498	Forte
39	TVIE	Oignon	-529,411765	Forte
41	TVIE	RIZ CSC	210,369921	Forte
41	TVIE	Oignon	57,0934256	Forte
42	TVIE	RIZ CSC	504,474227	Forte
42	TVIE	Tomate	-1169,04145	Forte
43	PVIE	RIZ CSC	713,843888	Forte
43	PVIE	RIZ SH	1618,24742	Modérée
43	PVIE	Oignon	-1176,47059	Forte
43	PVIE	Tomate	5123,67876	Peu
44	TVIE	RIZ CSC	610,051546	Forte
44	TVIE	RIZ SH	78,1786942	Forte
44	TVIE	Oignon	9117,64706	Peu
44	TVIE	Tomate	3795,33679	Peu
45	TVIE	RIZ CSC	2858,24742	Peu
45	TVIE	RIZ CSC	1528,86598	Modérée
46	TVIE	RIZ CSC	1864,50172	Peu
46	TVIE	RIZ SH	1174,57732	Modérée
46	TVIE	Tomate	574,611399	Forte
47	TVIE	RIZ CSC	1104,3299	Modérée
47	TVIE	Tomate	362,642487	Forte
48	PVIE	RIZ CSC	1735,89102	Modérée
48	PVIE	RIZ SH	234,86827	Forte
48	PVIE	Tomate	-2246,01036	Forte

49	TVIE	RIZ CSC	211,062649	Forte
49	TVIE	RIZ SH	-670,103093	Forte
49	TVIE	Tomate	-22,6683938	Forte
50	TVIE	RIZ CSC	-744,982818	Forte
50	TVIE	RIZ SH	-1198,45361	Forte
51	TVIE	RIZ CSC	-1121,01947	Forte
51	TVIE	RIZ SH	-1480,24055	Forte
51	TVIE	Oignon	2949,57983	Peu
52	TVIE	RIZ CSC	1154,43299	Modérée
52	TVIE	RIZ SH	-19,3667158	Forte
52	TVIE	Oignon	1610,29412	Modérée
53	MVIE	Tomate	258,549223	Forte
53	MVIE	Gombo	4123,63067	Peu
53	MVIE	Concombre	-706,185567	Forte
53	MVIE	Oignon	-441,176471	Forte
54	TVIE	RIZ CSC	536,254296	Forte
54	TVIE	RIZ SH	787,342497	Modérée
54	TVIE	Tomate	1060,7369	Modérée
54	TVIE	Oignon	-192,810458	Forte
55	TVIE	RIZ CSC	55,9646539	Forte
55	TVIE	Tomate	3989,63731	Peu
55	TVIE	Oignon	-539,215686	Forte
55	TVIE	Gombo	3536,77621	Peu
56	MVIE	RIZ CSC	129,793814	Forte
56	MVIE	RIZ CSC	383,505155	Forte
56	MVIE	RIZ SH	440,137457	Forte
56	MVIE	Oignon	6676,47059	Peu
58	PVIE	RIZ CSC	-341,402062	Forte
58	PVIE	Oignon	2767,05882	Peu
58	PVIE	Tomate	3350,60449	Peu
58	PVIE	Sorgho	719,444444	Forte
59	TVIE	RIZ CSC	42,04493	Forte
59	TVIE	RIZ SH	448,614691	Forte
59	TVIE	Tomate	-2931,76564	Forte
59	TVIE	Oignon	3405,88235	Peu
60	TVIE	Concombre	4764,70588	Peu
61	TVIE	RIZ CSC	-1170,35686	Forte
61	TVIE	RIZ SH	466,058684	Forte
61	TVIE	Oignon	-3735,29412	Forte
63	TVIE	RIZ CSC	-1075,57494	Forte
63	TVIE	RIZ SH	-105,007364	Forte
63	TVIE	Oignon	-191,176471	Forte
64	TVIE	RIZ CSC	1538,94096	Modérée
64	TVIE	RIZ SH	1265,46392	Modérée
64	TVIE	Oignon	-1992,64706	Forte
64	TVIE	Sorgho	862,962963	Forte
67	TVIE	RIZ CSC	-1568,04124	Forte
68	PVIE	RIZ SH	1033,67698	Modérée

68	PVIE	Tomate	581,865285	Forte
68	PVIE	RIZ CSC	1757,21649	Modérée
69	TVIE	RIZ CSC	-362,164948	Forte
69	TVIE	Oignon	-2658,49673	Forte
69	TVIE	Tomate	-83,8082902	Forte
70	TVIE	Oignon	-382,352941	Forte
71	TVIE	RIZ CSC	-217,525773	Forte
71	TVIE	RIZ SH	-88,6597938	Forte
72	TVIE	RIZ CSC	-1132,60725	Forte
72	TVIE	Tomate	1557,64249	Modérée
72	TVIE	Oignon	-1105,88235	Forte
74	TVIE	RIZ CSC	1662,45044	Peu
74	TVIE	RIZ SH	31,9587629	Forte
74	TVIE	Tomate	-2345,98446	Forte
75	TVIE	RIZ CSC	1046,31811	Modérée
75	TVIE	Tomate	1867,3057	Peu
76	PVIE	RIZ CSC	1369,07216	Modérée
76	PVIE	RIZ CSC	1782,96907	Modérée
76	PVIE	RIZ SH	983,247423	Modérée
77	MVIE	RIZ CSC	-231,958763	Forte
77	MVIE	Oignon	7088,23529	Peu
77	MVIE	Sorgho	496,91358	Forte
78	MVIE	RIZ CSC	-38,1443299	Forte
78	MVIE	Tomate	-621,761658	Forte
79	TVIE	RIZ CSC	368,041237	Forte
79	TVIE	RIZ SH	1291,75258	Modérée
79	TVIE	Tomate	-3072,02073	Forte
80	TVIE	RIZ CSC	-938,659794	Forte
80	TVIE	Tomate	-1817,78929	Forte
80	TVIE	Oignon	1264,70588	Modérée
81	TVIE	RIZ CSC	450,736377	Forte
81	TVIE	Oignon	67,394958	Forte
81	TVIE	Tomate	1961,56001	Peu
82	TVIE	RIZ CSC	1721,59523	Modérée
82	TVIE	RIZ SH	-261,683849	Forte
82	TVIE	Oignon	1000	Modérée
82	TVIE	Tomate	1030,44041	Modérée
82	TVIE	Patate douce	2205,88235	Peu
83	TVIE	RIZ CSC	1464,43299	Modérée
83	TVIE	RIZ SH	2874,74227	Peu
83	TVIE	Oignon	2712,94118	Peu
83	TVIE	Niébé	0	Forte
84	TVIE	RIZ CSC	1337,8866	Modérée
84	TVIE	RIZ SH	1448,45361	Modérée
84	TVIE	Oignon	6911,76471	Peu
85	MVIE	RIZ CSC	3205,15464	Peu
85	MVIE	RIZ SH	1523,19588	Modérée
85	MVIE	Tomate	950,15544	Modérée

86	MVIE	Patate douce	0	Forte
87	TVIE	RIZ CSC	547,113402	Modérée
87	TVIE	RIZ SH	1531,4433	Modérée
87	TVIE	Tomate	3083,33333	Peu
88	PVIE	Aubergine amère	1692,66055	Modérée
89	MVIE	RIZ SH	582,130584	Forte
89	MVIE	Oignon	9493,21267	Peu
90	TVIE	RIZ CSC	-94,3483063	Forte
90	TVIE	RIZ SH	-677,025037	Forte
90	TVIE	Oignon	4444,11765	Peu
91	TVIE	RIZ CSC	-1141,28866	Forte
91	TVIE	RIZ SH	831,597938	Modérée
91	TVIE	Aubergine douce	2477,06422	Peu
91	TVIE	Niébé	1,28865979	Forte
92	PVIE	RIZ CSC	434,639175	Forte
92	PVIE	RIZ SH	595,446735	Forte
92	PVIE	Oignon	1926,47059	Peu
94	TVIE	RIZ CSC	-95,4639175	Forte
94	TVIE	RIZ SH	-438,969072	Forte
96	MVIE	RIZ CSC	-765,56701	Forte
97	TVIE	RIZ CSC	215,670103	Forte
97	TVIE	RIZ SH	-696,907216	Forte
98	TVIE	Oignon	-1539,79239	Forte
99	TVIE	RIZ CSC	2998,35052	Peu
99	TVIE	Tomate	-4287,56477	Forte
99	TVIE	Oignon	-3225,4902	Forte
100	TVIE	RIZ CSC	1196,11059	Modérée
100	TVIE	RIZ SH	690,979381	Modérée
100	TVIE	Tomate	-1028,49741	Forte
101	MVIE	Tomate	5796,63212	Peu
101	MVIE	Aubergine douce	428,764166	Forte
101	MVIE	Oignon	10909,8039	Peu
102	TVIE	RIZ CSC	-1070,27491	Forte
102	TVIE	RIZ SH	125,844294	Forte
102	TVIE	Tomate	-1004,14508	Forte
103	TVIE	Aubergine douce	7836,39144	Peu
103	TVIE	Piment	7660,36655	Peu
104	TVIE	RIZ CSC	-279,278351	Forte
104	TVIE	RIZ SH	-1880,92784	Forte
104	TVIE	Oignon	664,705882	Forte
105	TVIE	RIZ CSC	2284,12371	Peu
105	TVIE	RIZ SH	109,278351	Forte
105	TVIE	Oignon	1082,67091	Modérée
106	TVIE	RIZ CSC	-128,762887	Forte
106	TVIE	RIZ SH	1371,90722	Modérée

106	TVIE	Tomate	-1997,40933	Forte
107	TVIE	RIZ CSC	1114,21009	Modérée
107	TVIE	Tomate	-784,974093	Forte
108	PVIE	Oignon	9441,17647	Peu
109	MVIE	RIZ CSC	791,649485	Modérée
109	MVIE	Oignon	272,058824	Forte
109	MVIE	Tomate	654,145078	Modérée
110	TVIE	Oignon	5213,84615	Peu
111	PVIE	RIZ CSC	2025,25773	Peu
111	PVIE	Oignon	764,647059	Forte
112	TVIE	RIZ CSC	-1064,60481	Forte
112	TVIE	RIZ SH	1995,7732	Peu
112	TVIE	Oignon	-844,537815	Forte
112	TVIE	Sorgho	4712,96296	Peu
113	TVIE	Oignon	852,941176	Modérée
113	TVIE	Sorgho	3472,22222	Peu
114	TVIE	RIZ CSC	1423,71134	Modérée
114	TVIE	RIZ SH	204,361618	Forte
115	PVIE	RIZ CSC	383,298969	Forte
115	PVIE	RIZ SH	712,233677	Forte
115	PVIE	Oignon	1911,76471	Peu
119	PVIE	RIZ CSC	1603,09278	Modérée
119	PVIE	Oignon	4841,17647	Peu
120	TVIE	RIZ CSC	-404,639175	Forte
120	TVIE	RIZ SH	1398,96907	Modérée
120	TVIE	Oignon	-602,941176	Forte
120	TVIE	Niébé	-2,41623711	Forte
121	TVIE	RIZ CSC	1674,84536	Peu
121	TVIE	Oignon	-2382,35294	Forte
121	TVIE	Niébé	-15,5440415	Forte
122	MVIE	RIZ CSC	339,175258	Forte
122	MVIE	RIZ SH	2129,08689	Peu
122	MVIE	Tomate	885,492228	Modérée
122	MVIE	Tomate	4567,35751	Peu
122	MVIE	Oignon	448,529412	Forte
123	PVIE	RIZ CSC	854,826617	Modérée
123	PVIE	RIZ SH	1409,10653	Modérée
123	PVIE	Oignon	10773,1092	Peu
124	TVIE	RIZ CSC	-165,034364	Forte
124	TVIE	Oignon	-191,176471	Forte
124	TVIE	Tomate	-373,056995	Forte
124	TVIE	Aubergine amère	-137,614679	Forte
125	PVIE	Oignon	6176,47059	Peu
126	TVIE	Oignon	4558,82353	Peu
127	TVIE	RIZ SH	2706,18557	Peu
127	TVIE	Oignon	3347,05882	Peu
129	TVIE	RIZ CSC	-594,123711	Forte

129	TVIE	Oignon	8107,84314	Peu
130	TVIE	RIZ CSC	1249,14089	Modérée
132	PVIE	Oignon	3284,31373	Peu
133	TVIE	RIZ CSC	-30,9278351	Forte
133	TVIE	Oignon	-460,784314	Forte
133	TVIE	Sorgho	171,296296	Forte
134	MVIE	RIZ CSC	2458,19015	Peu
134	MVIE	Mais	0	Forte
135	TVIE	Oignon	5367,64706	Peu
135	TVIE	Mais	579,896907	Forte
136	TVIE	RIZ CSC	1657,31959	Modérée
136	TVIE	Mais	0	Forte
137	PVIE	Sorgho	1740,74074	Modérée
137	PVIE	Patate douce	0	Forte
138	TVIE	RIZ CSC	1450,41237	Modérée
138	TVIE	RIZ SH	1259,48982	Modérée
138	TVIE	Tomate	7679,12657	Peu
139	PVIE	RIZ CSC	1354,39592	Modérée
139	PVIE	RIZ SH	1611,21033	Peu
139	PVIE	Tomate	2691,06218	Peu
140	TVIE	RIZ CSC	1431,23711	Modérée
140	TVIE	RIZ SH	212,061856	Forte
140	TVIE	Tomate	-4287,56477	Forte
140	TVIE	Oignon	-1161,76471	Forte
141	TVIE	RIZ CSC	-328,173196	Forte
141	TVIE	RIZ SH	557,910028	Forte
141	TVIE	Tomate	-1885,30382	Forte
142	TVIE	Oignon	1497,3262	Modérée
142	TVIE	Sorgho	4629,62963	Peu
143	PVIE	Oignon	-5343,13725	Forte
144	TVIE	Oignon	1151,96078	Modérée
144	TVIE	Sorgho	3472,22222	Peu
144	TVIE	Mais	0	Forte
145	TVIE	RIZ SH	149,175258	Forte
145	TVIE	Tomate	-116,580311	Forte
145	TVIE	Concombre	-644,329897	Forte
145	TVIE	Oignon	-852,941176	Forte
146	PVIE	RIZ CSC	1858,76289	Peu
146	PVIE	RIZ SH	-130,24055	Forte
146	PVIE	Tomate	-2538,8601	Forte
146	PVIE	Oignon	5935,29412	Peu
146	PVIE	Concombre	-852,941176	Forte
146	PVIE	Patate douce	0	Forte
148	PVIE	RIZ CSC	1858,76289	Peu
148	PVIE	RIZ SH	-130,24055	Forte
148	PVIE	Tomate	-2538,8601	Forte
148	PVIE	Oignon	5935,29412	Peu
148	PVIE	Patate douce	0	Forte

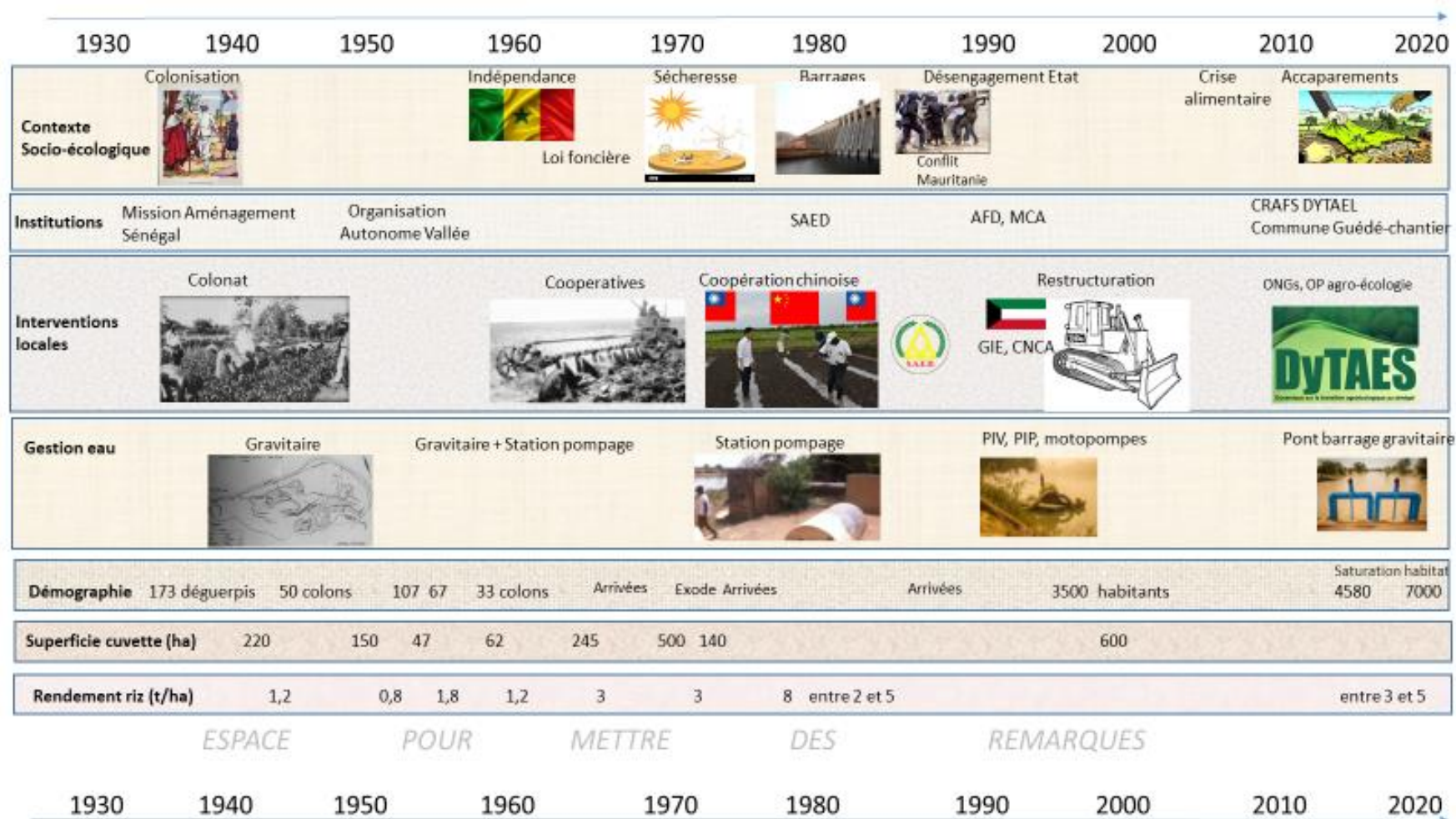
149	TVIE	Oignon	1235,29412	Modérée
150	PVIE	Patate douce	0	Forte
151	TVIE	Oignon	2102,94118	Peu
152	TVIE	RIZ CSC	1678,93962	Modérée
152	TVIE	RIZ SH	233,505155	Forte
153	TVIE	RIZ CSC	940,927835	Modérée
153	TVIE	RIZ SH	-847,113402	Forte
154	TVIE	Oignon	894,117647	Modérée
154	TVIE	Mais	0	Forte
155	TVIE	Sorgho	785,87963	Forte
156	TVIE	Oignon	-691,176471	Forte
157	TVIE	Tomate	-67,357513	Forte
158	TVIE	RIZ CSC	21,5241014	Forte
158	TVIE	Oignon	147,058824	Forte
160	TVIE	RIZ CSC	105,051546	Forte
160	TVIE	Oignon	3100	Peu
161	TVIE	RIZ CSC	1986,05215	Peu
161	TVIE	RIZ SH	-37,9915998	Forte
161	TVIE	Sorgho	713,888889	Forte
162	PVIE	RIZ CSC	-595,731959	Forte
162	PVIE	RIZ SH	1489,14089	Modérée
162	PVIE	Aubergine douce	11458,0603	Peu
163	TVIE	RIZ SH	1048,14433	Modérée
164	MVIE	RIZ CSC	-270,515464	Forte
164	MVIE	RIZ SH	64,3494009	Forte
164	MVIE	Oignon	7742,64706	Peu
164	MVIE	Tomate	6995,05779	Peu
165	TVIE	RIZ CSC	1569,77854	Modérée
165	TVIE	RIZ SH	804,329897	Modérée
165	TVIE	Oignon	791,764706	Modérée
165	TVIE	Aubergine douce	683,486239	Modérée
165	TVIE	Piment	-422,279793	Forte
166	PVIE	RIZ CSC	746,151203	Modérée
166	PVIE	RIZ SH	1952,98969	Peu
166	PVIE	Tomate	556,994819	Forte
166	PVIE	Patate douce	-2577,31959	Forte
167	TVIE	RIZ CSC	-329,175258	Forte
167	TVIE	RIZ SH	865,463918	Modérée
168	TVIE	RIZ CSC	-465,845442	Forte
168	TVIE	RIZ SH	380,927835	Forte
168	TVIE	Patate douce	1764,70588	Modérée
169	TVIE	RIZ CSC	580,652122	Forte
169	TVIE	RIZ SH	542,620065	Forte
169	TVIE	Concombre	-2358,24742	Forte
170	TVIE	RIZ CSC	703,573883	Forte
170	TVIE	RIZ SH	475,927835	Forte
170	TVIE	Oignon	558,823529	Forte

170	TVIE	Sorgho	349,537037	Forte
171	PVIE	RIZ CSC	1371,54639	Modérée
171	PVIE	Tomate	974,740933	Modérée
171	PVIE	Aubergine amère	3616,20795	Peu
172	TVIE	Tomate	2519,43005	Peu
173	MVIE	RIZ CSC	3561,34021	Peu
173	MVIE	Oignon	9658,82353	Peu
173	MVIE	Sorgho	1354,16667	Modérée
173	MVIE	Patate douce	0	Forte
174	TVIE	RIZ CSC	632,646048	Forte
174	TVIE	RIZ SH	664,948454	Forte
174	TVIE	Oignon	6102,94118	Peu
174	TVIE	Tomate	5715,02591	Peu
174	TVIE	Aubergine amère	-561,926606	Forte
175	PVIE	RIZ CSC	2266,95876	Peu
175	PVIE	RIZ SH	2146,86036	Peu
175	PVIE	Oignon	7014,70588	Peu
175	PVIE	Sorgho	371,91358	Forte
176	TVIE	RIZ CSC	1417,73196	Modérée
176	TVIE	RIZ SH	911,546392	Modérée
177	PVIE	RIZ CSC	-107,216495	Forte
177	PVIE	RIZ CSC	148,762887	Forte
177	PVIE	RIZ SH	-379,278351	Forte
177	PVIE	Oignon	5911,76471	Peu
177	PVIE	Sorgho	836,805556	Forte
177	PVIE	Patate douce	-19,3298969	Forte
178	TVIE	RIZ CSC	2413,40206	Peu
178	TVIE	RIZ SH	3117,52577	Peu
178	TVIE	Tomate	4680,31088	Peu
179	MVIE	RIZ SH	616,415543	Forte
179	MVIE	Oignon	2558,82353	Peu
179	MVIE	Tomate	-2134,71503	Forte
180	TVIE	RIZ CSC	1104,3299	Modérée
180	TVIE	RIZ SH	-340,515464	Forte
180	TVIE	Oignon	-125,210084	Forte
181	TVIE	RIZ CSC	2910,99656	Peu
182	TVIE	Oignon	3132,35294	Peu
182	TVIE	Tomate	1968,49741	Peu
183	TVIE	RIZ CSC	581,61512	Forte
183	TVIE	RIZ SH	1479,38144	Modérée
183	TVIE	Sorgho	196,759259	Forte
184	TVIE	Oignon	8823,52941	Peu
185	TVIE	RIZ CSC	1424,71772	Modérée
185	TVIE	RIZ SH	592,832134	Modérée
186	TVIE	RIZ CSC	1035,62765	Peu
186	TVIE	RIZ SH	-518,041237	Forte
186	TVIE	Tomate	-4287,56477	Forte

186	TVIE	Oignon	268,16609	Forte
186	TVIE	Patate douce	2680,41237	Peu
187	TVIE	RIZ CSC	620,618557	Modérée
187	TVIE	RIZ SH	-1520,61856	Forte
187	TVIE	Gombo	-1450,48586	Forte
188	TVIE	RIZ CSC	2198,15431	Peu
188	TVIE	Oignon	-1694,85294	Forte
189	TVIE	RIZ CSC	2065,92512	Peu
189	TVIE	RIZ SH	1331,4433	Modérée
189	TVIE	Oignon	3088,23529	Peu
190	TVIE	RIZ CSC	138,041237	Forte
190	TVIE	RIZ SH	259,278351	Forte
190	TVIE	Oignon	-656,862745	Forte
191	TVIE	RIZ CSC	494,201031	Forte
191	TVIE	RIZ SH	-191,310751	Forte
191	TVIE	Oignon	-1735,29412	Forte
192	TVIE	RIZ CSC	1820,10309	Peu
192	TVIE	RIZ SH	2947,21649	Peu
192	TVIE	Tomate	2823,8342	Peu
192	TVIE	Oignon	2617,64706	Peu
193	TVIE	RIZ CSC	-159,793814	Forte
193	TVIE	RIZ CSC	2768,04124	Peu
193	TVIE	RIZ SH	1763,23024	Modérée
193	TVIE	Tomate	1093,85147	Modérée
194	TVIE	RIZ CSC	2562,78351	Peu
194	TVIE	RIZ SH	1397,42268	Modérée
194	TVIE	Tomate	5411,9171	Peu
195	TVIE	RIZ CSC	2823,19588	Peu
195	TVIE	Navet	3970,58824	Peu
195	TVIE	Salade	-257,731959	Forte
196	TVIE	RIZ CSC	-534,149485	Forte
196	TVIE	RIZ SH	-192,912371	Forte
197	TVIE	RIZ CSC	121,993127	Forte
197	TVIE	RIZ SH	-329,100281	Forte
197	TVIE	Oignon	-1288,23529	Forte
198	TVIE	RIZ CSC	2049,29897	Peu
198	TVIE	RIZ SH	1618,80938	Modérée
198	TVIE	Tomate	5208,60104	Peu
199	TVIE	RIZ CSC	-1514,12371	Forte
199	TVIE	RIZ SH	1361,28866	Modérée
199	TVIE	Tomate	4663,21244	Peu
200	TVIE	RIZ CSC	682,783505	Modérée
200	TVIE	RIZ SH	2257,73196	Peu
200	TVIE	Oignon	6335,78431	Peu
200	TVIE	Sorgho	247,407407	Forte
201	TVIE	Patate douce	5829,01554	Peu
202	TVIE	Oignon	3852,94118	Peu
202	TVIE	Gombo	924,882629	Modérée

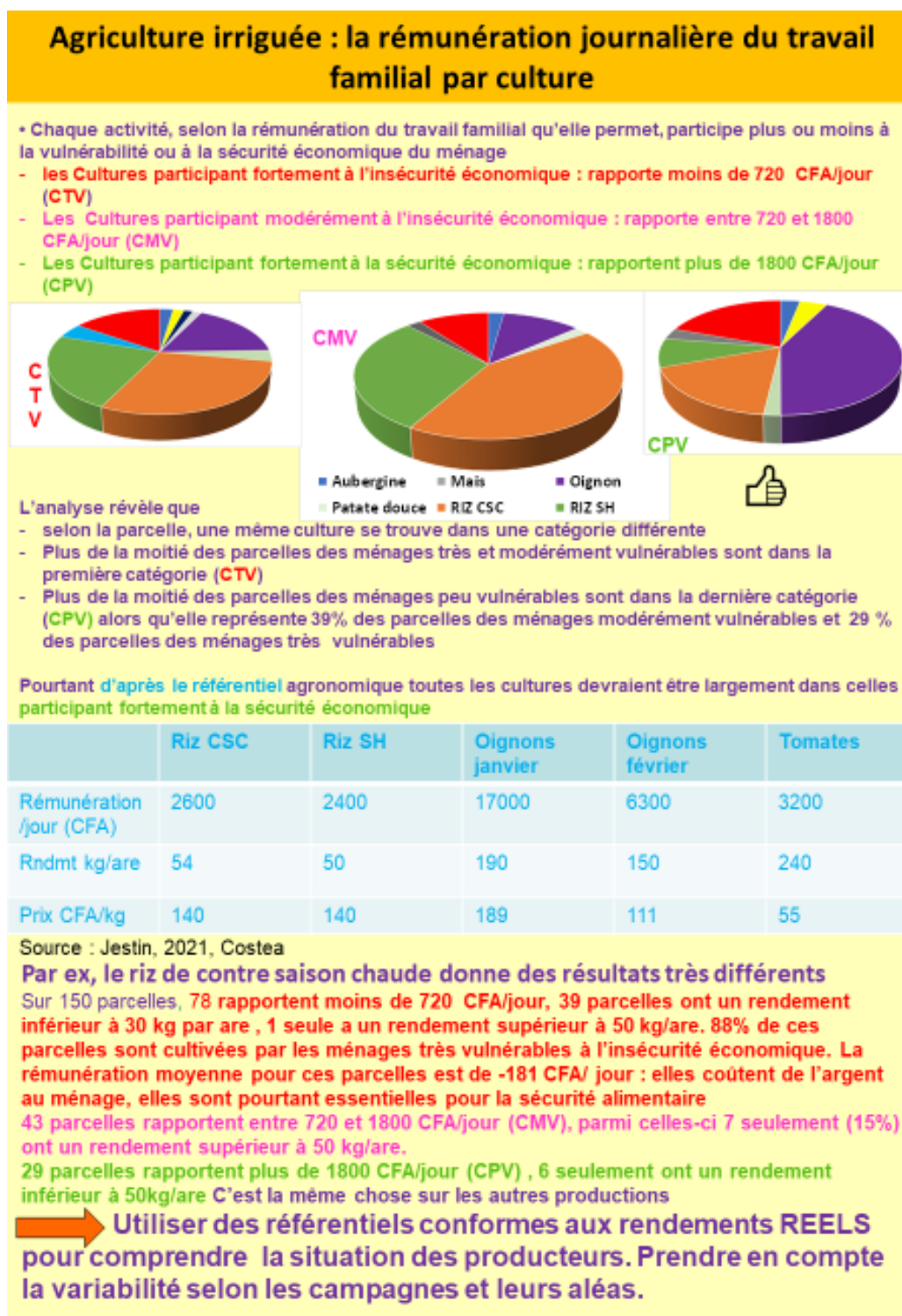
202	TVIE	Pastèque	0	Forte
203	TVIE	RIZ CSC	-149,874617	Forte
203	TVIE	RIZ SH	-192,09622	Forte
203	TVIE	Tomate	100,388601	Forte
204	MVIE	RIZ CSC	-653,701968	Forte
204	MVIE	Tomate	-1476,68394	Forte
205	TVIE	RIZ SH	-1369,02062	Forte
205	TVIE	Oignon	3485,29412	Peu
205	TVIE	Oignon	12147,0588	Peu
206	TVIE	RIZ SH	565,714286	Forte
206	TVIE	Oignon	4705,88235	Peu
206	TVIE	Tomate	-59,5854922	Forte

Annexe 15 : Poster socio histoire du système irrigué de Guédé



Annexe 16 : Poster vulnérabilité à l'insécurité économique

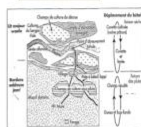




Justice sociale et environnementale: Des sentiments d'injustice variant au cours de l'histoire de la cuvette de Guédé

❖ Avant 1960 : De l'époque coloniale à l'Indépendance

- ▶ Construction des premiers 68ha suite à des déposessions foncière et déguerpissement
- ▶ Une migration des familles « colons » imposée par d'autres autorités
- ▶ Imposition d'un système colonial de production agricole qui nie la complémentarité des écosystèmes basé sur le cycle de l'eau



Organisation de l'espace dans le système traditionnel de la moyenne vallée (Santoir, 1996)

❖ Avant 1960 : De l'époque coloniale à l'Indépendance

- ▶ Des réseaux d'acteurs compacts fondés sur des pratiques coutumières
- ▶ Des réseaux hétérogènes qui vont déstructurer les rapports sociaux
- ▶ Mobilisation des réalités socioculturelles locales pour faire face aux contraintes imposées par la colonisation

❖ 1960-1980 : Réaménagement de la cuvette et encadrement de la production par des structures publiques

- ▶ Loi foncière 1964 donne le droit à chacun de mettre en valeur des terres mais continue de ne pas reconnaître les droits coutumiers anciens



❖ 1960-1980 : Réaménagement de la cuvette et encadrement de la production par des structures publiques

- ▶ Structuration de réseaux sociaux compacts fondés sur les intérêts économiques
- ▶ Réapparition des formes traditionnelles de gouvernance sociale pour limiter les effets de la nouvelle loi sur le DN dans la gouvernance foncière

❖ 1980- 2010 : Désengagement de l'État, redistribution des terres et logique productiviste imposés par l'aide internationale

- ▶ La réhabilitation 1992-1994 permet d'augmenter le nombre d'attributaires mais les problèmes techniques (planage, qualité du sol, position sur les canaux) réactivent sentiments d'injustice
- ▶ Le système de crédit solidaire place les agriculteurs et les GIE dans un cercle vicieux d'endettement qui pénalisent la mise en valeur des parcelles.



❖ 1980- 2010 : Désengagement de l'État, redistribution des terres et logique productiviste imposés par l'aide internationale

- ▶ Bi polarisation des réseaux sociaux fondés autour de deux tendances politiques
- ▶ Réorganisation des acteurs autour d'entités autonomes pour la gouvernance des ressources
- ▶ Autonomisation des organisation de producteurs
- ▶ Structuration des organisations et réseaux autour des intérêts économiques

❖ Depuis 2010 : Des tentatives de développement d'un modèle alternatif agro-écologique plus juste ?

- ▶ Des injustices multiples
 - ▶ L'imposition du principe de redistribution égalitaire des terres au-delà des ayant-droits de la cuvette
 - ▶ Manque de reconnaissance des systèmes coutumiers et de gestion agroécologique du territoire
 - ▶ Un principe de solidarité mis à mal par le système de caution solidaire
- ▶ La promotion de l'agroécologie comme une nouvelle voie plus juste ?



❖ Depuis 2010 : Des tentatives de développement d'un modèle alternatif agro-écologique plus juste ?

- ▶ Emergence de nouveaux réseaux d'acteurs
- ▶ Réorientation des réseaux vers les filières
- ▶ Mobilisation de stratégies individuelles pour faire face aux contraintes organisationnelles
- ▶ Mobilisation de stratégies alternatives aux approches agricoles classiques



Annexe 19 : Valorisation des recherches menées

Publications et communications

²⁶Sila A, Gérard F, Daré W, Ba A, Faye E, Adamczewski A, Bousquet F. 2022. Analyse de la construction de la vulnérabilité des ménages du système irrigué de Guédé au nord du Sénégal. Cah. Agric. 31: 6

<https://doi.org/10.1051/cagri/2022002>

Sila A, Gérard F, Daré W, Ba A, Faye E, Adamczewski A, Bousquet F. 2022. Trajectoire historique des dynamiques socio écologiques du système irrigué de Guédé au Sénégal : Quelles dynamiques de construction et d'évolution de la vulnérabilité des ménages agricoles. Papier accepté pour les journées de recherches en sciences sociales à Clermont Ferrand du 7 au 8 avril 2021

Sila A, Gérard F, Daré W, Ba A, Faye E, Adamczewski A, Bousquet F. 2022. Trajectoire historique des dynamiques socio écologiques du système irrigué de Guédé au Sénégal : Quelles dynamiques de construction et d'évolution de la vulnérabilité des ménages agricoles. Papier présent pour les Doctoriales en sciences sociales de l'eau à Châteauroux du 8 au 10 septembre 2021

Ba A., Daré W., Sila A., Bousquet F., Faye EH., Gérard F., Adamczewski-Herzog A. Entre logiques distributives des ressources et injustices environnementales dans la cuvette de Guédé (Sénégal). Papier en cours de soumission

²⁶ Cet article a été rédigé il y a plus d'un an et nous avons effectué une typologie. Dans le contenu de cette thèse, nous avons repris une typologie dans la même logique (socio historico économique) mais en la rendant plus simple et plus équilibrée.