



COMITE PERMANENT INTER-ETATS DE LUTTE CONTRE LA SECHERESSE DANS LE SAHEL
PERMANENT INTERSTATE COMMITTEE FOR DROUGHT CONTROL IN THE SAHEL
COMITÉ PERMANENTE INTER-ESTADOS DE LUTA CONTRA A SECA NO SAHEL
اللجنة الدائمة المشتركة لمحاربة التصحر في الساحل



Centre Régional AGRHYMET

DEPARTEMENT FORMATION ET RECHERCHE

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES POUR L'OBTENTION DU DIPLOME DE

MASTER EN GESTION DURABLE DES TERRES

Promotion : 2016-2017

Présenté par : Bakary KOUMA

FACTEURS INFLUENÇANT L'ADOPTION DES TECHNIQUES DE CONSERVATION DES EAUX ET DES SOLS : CAS DES CORDONS PIERREUX ET DU ZAI DANS LES EXPLOITATIONS AGRICOLES DU CERCLE DE BANKASS AU MALI.

Soutenu publiquement le 7 Janvier 2017 devant le jury composé de :

Président : Pr Atta SANOUSSE, Centre Régional AGRHYMET

Membres : Dr. Maguette KAIRE, Centre Régional AGRHYMET

Dr. Damien HAUSWIRTH, Centre Régional AGRHYMET

Encadreur : Dr. Alamir Sinna TOURE, Projet Gestion Durable des Terres et des Eaux (GDTE)

Directeur Mémoire : Dr. Maguette KAIRE, Centre Régional AGRHYMET

Janvier 2017

DEDICACE

Ce travail est dédié à :

La mémoire de mon père ZOUMANA KOUMA rappelé à Dieu le 18 Avril 2016, que le Seigneur l'accueille dans son Paradis Eternel (Firdaws). Amen.

Qu'il trouve à travers ce document l'aboutissement de ses efforts !

REMERCIEMENTS

L'aboutissement de ce mémoire est le fruit de la contribution de nombreuses personnes. Aussi, nous tenons à remercier sincèrement à travers ces lignes, toutes les personnes dont le concours a permis de mener à bien le travail. Il nous sera fastidieux voir impossible de dresser ici une liste exhaustive, mais que chacun tire des conclusions du travail une légitime satisfaction. Toutefois, nous faisons une mention spéciale :

A l'Union Européenne pour avoir financé cette troisième promotion de master en GDT ;

Au Directeur de l'Agence de l'Environnement et du Développement Durable (AEDD) et à l'ensemble de son personnel pour l'accueil au sein de sa structure;

Au Directeur Général du Centre Régional AGRHYMET et l'ensemble de son personnel pour les appuis multiples ;

Au Dr Maguette KAIRE, coordonnateur du Master pour avoir dirigé ce présent Mémoire, bien qu'il soit difficile d'exprimer en quelques phrases ma reconnaissance envers lui pour l'aboutissement de ce travail ;

A tout le personnel du Centre Régional AGRHYMET.

A Monsieur Alamir Sinna TOURE, Expert en Agro-écologie, Coordinateur du projet Gestion Durable des Terres (PGDTE) pour l'encadrement et l'organisation du stage ;

A Monsieur Hamidou CISSE chef sous-secteur de l'agriculture Bankass, Point focal du PGDTE pour le Co-encadrement et l'organisation du stage, pour m'avoir facilité le choix de mes sites;

A ma femme Djouma SYLLA pour sa patience, son courage, son soutien et sa compréhension ;

A tous mes collègues de la promotion 2016-2017 de Master en Gestion Durable des Terres (GDT) pour les rapports de collaboration développés tout au long de la durée de la formation ;

Dans l'impossibilité de les citer tous, mes remerciements sincères à toutes les personnes qui, de près ou de loin, m'ont apporté leur soutien, n'importe lequel. Qu'ALLAH le leur rende au centuple. Je ne saurais vous oublier, assurez-vous de ma profonde gratitude.

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I: Répartition des ménages agricoles par village	26
Tableau II: Liste des variables explicatives et effet attendu.....	29
Tableau III: Coefficients de la régression du modèle d'adoption du zaï.....	38
Tableau IV: Coefficients de la régression du modèle d'adoption des cordons pierreux.....	38
Tableau V: Coefficients de la régression du modèle d'adoption du zaï et des cordons pierreux.....	39

LISTE DES FIGURES

: Figure 1 : Carte de la zone d'étude.....	22
Figure 2 : Répartition des producteurs en fonction de l'âge.....	31
Figure 3. Répartition des chefs de ménages selon le sexe.....	32
Figure 4 : Niveau d'instruction pour les exploitants.....	32
Figure 5: Répartition des chefs de ménages selon l'origine.....	33
Figure 6 : Répartition des chefs de ménages en fonction de formation sur les techniques de CES.....	33
Figure 7: Répartition du matériel de production.....	34
Figure 8 : Répartition des chefs de ménages selon leur appartenance à une organisation paysanne.....	35
Figure 9 : Perception des chefs de ménages sur les différentes techniques utilisées.....	35
Figure 10: Répartition des superficies exploitées en fonction des ménages.....	36
Figure 11: Techniques identifiées dans la zone d'étude.....	36
Figure 12: Répartition des chefs de ménages en fonction des appuis reçus.....	37

LISTE DES PHOTOS

Photo 1: Illustration de cordons pierreux	11
Photo 2: Illustration de technique du zaï.....	12
Photo 3: Illustration de la technique de Régénération Naturelle Assistée.....	13
Photo 4: Illustration du paillage.....	14
Photo 5 : Illustration du compostage.....	16
Photo 6: Illustration d'une digue filtrante.....	16
Photo 7 : Illustration des bandes enherbées.....	17
Photo 8: Illustration de la technique de demi-lune agricole.....	18
Photo 9: Entretien individuel dans le village de Ogotena.....	26

SIGLES, ACRONYMES ET ABRÉVIATIONS

ANC :	Aménagement sur de Courbes de Niveaux
AEDD :	Agence de l'Environnement et du Développement Durable
AGRHYMET :	Centre Régional de formation et d'application en Agro-météorologie et Hydrologie opérationnelle.
CES :	Conservation des Eaux et du Sol
CIMMIT :	Centro International de Mejoramiento de Maiz y trigo Centre international d'amélioration du maïs et du blé
CM :	Chef des Ménages.
CSI/GDT :	Cadre Stratégique d'Investissement pour la Gestion Durable des Terres
DNA :	Direction Nationale de l'Agriculture
DRS :	Défense et Restauration des Sols
FAO :	Organisation des Nations unies pour l'Alimentation et l'Agriculture
GCES :	Gestion Conservatoire des Eaux et des Sols
GDT :	Gestion Durable des Terres
GIEC :	Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat
GRN :	Gestion des Ressources Naturelles
Ha :	Hectare
INERA :	Institut de l'Environnement et de la Recherche Agricole
Kg :	Kilogramme
MA :	Ministère de l'Agriculture
MBRE :	Membre
MCO :	Moindres Carrés Ordinaires
MV :	Maximum de Vraisemblance
ONG :	Organisation Non Gouvernementale
ONU :	Organisation des Nations Unies
ON :	Office du Niger
OPA :	Organisation Paysanne/de Producteurs
PAPAM :	Programme d'Accroissement de la Productivité Agricole au Mali

PGDTE :	Projet Gestion Durable des Terres et des Eaux
PIB :	Produit Intérieur Brut
PNUD :	Programme des Nations Unies pour le Développement
PNUE :	Programme des Nations Unies pour l'Environnement
PROMISAM :	Projet de Mobilisation des Initiatives en matière de Sécurité Alimentaire au Mali
RV :	Rapport de Vraisemblance
SPSS :	Statistical Package for Social Science
STP/CIGQE :	Secrétariat Technique Permanent du Cadre Institutionnel de la Gestion des Questions de l'Environnement.

RESUME

Les mauvaises pratiques pour la gestion durable des terres constituent l'un des principaux facteurs de l'instabilité des récoltes dans les bassins de production des céréales sèches au Mali. L'intensification de la production agricole dans un contexte de semi-aridité du climat et de dégradation avancée des terres, suggère non seulement des recherches mais aussi une application effective des mesures conservatoires et anti-érosives.

L'objectif de notre étude était de déterminer les facteurs susceptibles d'influencer l'adoption des techniques de conservation des eaux et des sols dans le cercle de Bankass.

Nous avons évalué l'adoption de deux techniques de conservation des eaux et des sols (zaï et cordons pierreux). Deux communes limitrophes (Bankass et Kani-Bonzon) ont été retenues pour nos enquêtes. Nous avons mobilisé une enquête auprès de 167 chefs de ménages agricoles dans le cercle de Bankass. Les données de cette enquête ont été analysées à l'aide d'un modèle Probit. L'analyse économétrique révèle que, parmi les variables étudiées, celles qui ont influencé la décision d'adoption des techniques de conservation des eaux et des sols par les agriculteurs ont été le niveau de formation, la superficie, l'appartenance à une organisation paysanne, l'âge et le matériel agricole. Les autres variables telles que (le sexe, le nombre d'actifs, l'appui etc.), n'ont pas influencé cette adoption et ne sont pas statistiquement significatifs. Afin de mieux orienter les actions futures, les programmes de lutte contre l'érosion doivent tenir compte de ces résultats dans leurs méthodes d'intervention, mais aussi dans les évaluations d'impacts socio-économiques.

Mots clés: Adoption, ménages agricoles, techniques, analyse économétrique, Probit, Mali.

ABSTRACT

RESUME

The bad practices sustainable land management are main factors of instability cereals production in Mali. Enhancing agricultural production in semi-arid climate and advanced degradation context, its suggest not only research but also effective application of protective and anti-erosive measures. The objective of our study was to determine the factors influencing adoption of protective technics of waters and soils in Bankass circle. We have evaluated two technics adoption (zaï and cordons pierreux). Two urbain districts (Bankass et Kani-Bonzon) had been investigated. We have done investigation nearby 167 chefs agricultural in Bankass. The data of this investigation had been analysed with Probit Model. The economic analyse showed that, among variate studied, which had influenced the decision adoption of protectives technics of waters and soils by farmers had been: training level, area, to member of farmers' organization, age and agricultural equipment. The others variate as (sex, nomber active, support etc.), had not influenced that adoption and are not significant statistically. In order to direct future actions, the program to fight against erosion should consider these results in their intervention methods, but also in socio-economic effects evaluation.

Key words: Adoption, Farmers, technics, econometric analyse, Probit, Mali

TABLE DES MATIERES

DEDICACE.....	i
REMERCIEMENTS	ii
LISTE DES TABLEAUX	iv
LISTE DES FIGURES.....	iv
LISTE DES PHOTOS.....	iv
SIGLES, ACRONYMES ET ABRÉVIATIONS	v
RESUME.....	vii
ABSTRACT	viii
TABLE DES MATIERES.....	1
INTRODUCTION.....	4
CHAPITRE I. SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE	10
1.1. Mesures de conservation des eaux et des sols	10
1.2. Concepts et définitions de la conservation des eaux et des sols (CES).....	10
1.3. Techniques de conservation des eaux et des sols	10
1.3.1. Les cordons pierreux	10
1.3.2. Le zaï.....	11
1.3.3. La régénération naturelle assistée (RNA).....	12
1.3.4. Le paillage ou mulching	13
1.3.5. Le compostage et la fumure organique.....	14
1.3.4. Aménagement des champs à partir des courbes de niveau (ACN).....	16
1.4. Adoption et processus d'adoption, accessibilité et réactions paysannes	18
1.4.1. Adoption et processus d'adoption:	18
1.4.2. Accessibilité aux techniques et réaction des paysans	19
1.4.3. Les déterminants de l'adoption	19
CHAPITRE II. MATÉRIEL ET MÉTHODES D'ÉTUDE.....	21
2.1. Matériel	21
2.1.1. Présentation de la zone d'étude	21
2.1.1.1. Caractéristiques biophysiques.....	21
2.1.1.2. Situation géographiques.....	21
2.1.1.3. Organisation administrative.....	22
2.1.1.4. Caractéristiques démographiques et sociales.....	22

2.1.1.5. Caractéristiques économiques.....	22
2.1.1.5.1. L'agriculture.....	23
2.1.1.5.2. L'élevage.....	23
2.1.1.5.3. Le commerce et les échanges.....	24
2.1.1.5.4. L'artisanat.....	24
2.1.2. Ressource humaine.....	24
2.1.3. Logiciels et l'analyse des données.....	24
2.2. Méthodes d'étude.....	25
2.2.1. Echantillonnage.....	25
2.2.2. Entretiens individuels.....	26
2.2.3. Collecte des données.....	27
2.2.4. Choix des zones d'enquête.....	27
2.2.5. Analyse des déterminants socio-économiques de l'adoption des technologies.....	27
2.2.7. Justification du choix du modèle.....	28
2.2.8. Hypothèses du modèle d'adoption des techniques de CES.....	28
2.2.9. Validité économétrique de l'estimation de l'adoption du zaï.....	29
2.2.10. Validité économétrique de l'estimation de l'adoption des cordons pierreux.....	30
2.2.11. Validité économétrique de l'estimation de l'adoption du zaï et des cordons pierreux.....	30
CHAPITRE IV. RESULTATS.....	31
4.1. Résultats des données d'enquête.....	31
4.1.1. Caractérisation des chefs de ménages.....	31
4.1.2. Résultats de l'analyse des déterminants de l'adoption du zaï et des cordons pierreux.....	37
CHAPITRE V. DISCUSSIONS.....	40
5.4.1. Age.....	40
5.4.2. Sexe.....	41
5.4.3. Statut de l'exploitant.....	41
5.4.4. Niveau d'instruction.....	41
5.4.5. Formation sur les techniques de CES.....	42
5.4.6. Superficie exploitée.....	43
5.4.7. Matériel agricole.....	44
5.4.8. Appartenance à une organisation paysanne.....	44
5.4.9. Perception.....	46
5.4.10. Nombre d'actifs.....	47

5.4. 11. Appui	47
5.5. Identifications des contraintes:	48
5.5.1. Principales contraintes liées à l'adoption du zaï:	48
5.5.2. Principales contraintes liées à l'adoption des cordons pierreux:	48
CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS	49
BIBLIOGRAPHIE	52
ANNEXE I : Questionnaire sur les techniques de conservation des eaux et des sols	58
ANNEXE II : Age des adoptants et non adoptants des techniques.	65
ANNEXE III: Estimation des coefficients du modèle Probit de l'adoption.....	65

INTRODUCTION

Le Mali est un pays particulièrement vulnérable aux menaces de dégradation des ressources naturelles en raison de la pression foncière liée à une population croissante. La production y est fortement dépendante des pluies et sensible aux variations et aux changements climatiques.

Les terres de culture sont soumises à une érosion hydrique et éolienne, à la croissance de la fertilité chimique des sols (due à l'exportation des nutriments et à la salinisation), physique (due au compactage, à l'asphyxie et à l'encroûtement), biologique (due au couvert végétal insuffisant), au déclin des variétés locales cultivées et des systèmes mixtes de cultures, la dégradation de l'eau due surtout au ruissellement (pollution des eaux de surface). Les conséquences en termes de dégradation physique des sols, de ruissellement et d'érosion sont répandues et sévères. Les terres forestières sont marquées, quant à elles, par la dégradation biologique après déforestation, la coupe et l'exportation d'espèces précieuses.

La productivité des écosystèmes est généralement en déclin. Ceci met en danger la sécurité alimentaire et accroît la pauvreté. Il devient alors urgent d'améliorer la gestion des terres pour répondre de manière systématique et intégrée à ce défi crucial de développement. La gestion durable des terres et des eaux (GDTE) peut être l'antidote. Elle contribue à augmenter la productivité moyenne, à réduire les fluctuations saisonnières des rendements, à diversifier la production et à améliorer les revenus.

L'économie malienne reste fortement dépendante des performances du secteur agricole dont le niveau de production accuse de fortes fluctuations résultant de la pluviométrie. En effet, l'essentiel de la production agricole du Mali est tributaire de la pluviométrie et des crues des cours d'eau. Le déficit hydrique récurrent né du caractère aléatoire de ces deux éléments pose des problèmes de sécurisation de la production agricole. A cet effet, la maîtrise de l'eau et la promotion de l'irrigation sont au centre des stratégies de développement agricole dans le pays. Elle peut permettre en effet de booster les rendements des exploitations agricoles et augmente l'intensité culturale.

La dégradation des terres au Mali constitue une menace majeure pour le secteur agricole du pays qui comprend les cultures, l'élevage, la foresterie et la pêche dans le court et le long terme. Au cours des 30 dernières années, les rendements agricoles ont stagné ou diminué. Seuls les rendements rizicoles ont connu une augmentation. L'augmentation de la production agricole est due à l'extension de la superficie des terres cultivées. Souvent, les zones marginales sont mises en culture et des habitats naturels sont occupés, parmi eux les terrains boisés et les zones humides. Entre 1970 et 1995, par exemple, la superficie des terres cultivées a augmenté de près de 80% :

elle est passée de 1.967.000 ha à 3.472.000 ha (PGDTE, 2016). Bien que les terres arables ne représentent que 14% de la superficie totale du Mali, l'agriculture reste la locomotive de son économie (PGDTE, 2016). Elle contribue à environ 40% du Produit Intérieur Brut (PIB) (PDTE, 2016). Les effets conjugués de la perte de la fertilité, des carences en phosphore, en potassium, soufre et de la forte sensibilité à l'érosion éolienne et/ou hydrique, engendre chaque année, la perte de 3,5 à 5 millions d'ha de terres cultivées (PDTE, 2016). Les pertes annuelles de productivité sont estimées à 6, 5 de tonnes et, 26% des terres cultivées sont des sols marginaux (PDTE, 2016). Fort du rôle de pilier central dans le développement socio-économique de notre pays, les objectifs quantifiés du secteur agricole visaient la production de 10 millions de tonnes de céréales/an jusqu'en 2012. Dans ce même élan, ils visaient la réalisation d'aménagements hydro-agricoles sur 103 000 ha dont 62 000 ha en maîtrise totale à l'Office du Niger (ON), l'intensification de la production agricole par l'utilisation rationnelle des intrants (semences, engrais, pesticides) et la généralisation de l'utilisation des équipements. Il s'agissait ensuite d'assurer le financement de l'intensification des systèmes de production agricole. Ceci exige d'accorder une attention particulière aux techniques d'adaptation aux changements climatiques, avec une formation technique des producteurs sur les cycles de cultures vivrières et de rente et sur les modes de gestion des terroirs, promouvant ainsi l'utilisation rationnelle de l'espace agricole.

Il faut encourager l'adoption par les petits producteurs de pratiques écologiques telles que l'usage rationnel de l'eau et des terres, le recours massif aux fertilisants biologiques et naturels, la lutte intégrée contre les prédateurs de cultures. La GDTE est «l'adoption de systèmes d'utilisation des terres qui, par le biais de pratiques de gestion appropriées, permet aux utilisateurs de maximiser les bénéfices économiques et sociaux provenant de la terre tout en maintenant et en améliorant les fonctions de support écologique des ressources terrestres», (TERRAFRICA, 2011).

La production agricole au titre de la campagne 2010/2011 a enregistré une hausse sensible par rapport à la campagne précédente. Le Mali a enregistré un taux de croissance économique de 5,8% en 2010 contre 4,5% en 2009 (Banque Mondiale-PNUD, 2014).

En dépit de ces performances, l'agriculture malienne reste un secteur vulnérable car le Mali est géographiquement situé dans la zone sub-saharienne où la pluviométrie est généralement déficitaire, inégalement répartie dans l'espace et dans le temps, avec des poches de sécheresse quasi-permanentes (PGDTE, 2016).

A cause des contraintes de sols et de ressources environnementales, augmenter la production alimentaire dans les pays en développement exige l'introduction de nouvelles technologies visant à améliorer la production et la productivité des ressources. Ces technologies couvrent à la fois les technologies exogènes et endogènes. Les technologies exogènes sont celles qui ont été importées

de l'extérieur et adoptées tandis que les technologies endogènes concernent celles qui sont développées localement. Ouédraogo et Illy (1996) désignent par nouvelle technologie toute technique ou une innovation susceptible d'améliorer la production agricole qu'elle provienne du milieu rural ou qu'elle soit introduite de l'extérieur. A cet égard, la fumure organique, la fumure minérale, la culture attelée ainsi que les pratiques traditionnelles de conservation de eaux et des sols (zaï, paillage, cordons pierreux, etc.) sont considérées comme des nouvelles technologies (Ouédraogo et Illy, 1996). En particulier, la conservation des eaux et des sols (CES) peut être définie comme l'ensemble des activités menées localement pour maintenir ou augmenter la capacité de production de la terre dans les zones sujettes à la dégradation ou déjà dégradées (Agenda 21 du Sommet de la terre, 1992). Dans ce sens, la CES inclut la prévention ou la réduction de l'érosion, de la compaction et de la salinisation, de même que la conservation ou le drainage de l'humidité, le maintien ou l'amélioration de sols. Les technologies de CES comprennent l'ensemble des pratiques agronomiques et modes de gestion à même de maîtriser la dégradation du sol et d'améliorer la productivité des champs. Le problème qui se pose est de connaître les facteurs et le degré d'adoption des technologies de CES par les producteurs dans les pays en développement et dans la région de Mopti en particulier. En effet, la partie sahélienne du Mali est l'une des plus exposées aux caprices de la dégradation des sols et nécessite que des actions concrètes soient menées afin de réduire les effets de ce phénomène.

De nombreuses initiatives de développement sur l'adoption des technologies visant l'amélioration de la productivité agricole ont été frustrées par les faibles taux d'adoption de ces technologies. Ainsi, malgré le nombre important de projets de développement initiés dans les pays les moins avancés en vue de réduire les contraintes majeures à l'adoption des innovations technologiques, on observe toujours de faibles taux d'adoption de celles-ci Feder *et al.*, (2003) cité par Wendtinda Sibone (2012). En conséquence, la production alimentaire dans bien de pays en développement n'est pas en concordance avec la croissance de la population (Stevens et Jabara, 1988) cité par Kini (2007).

Comprendre alors le rôle des facteurs influençant les décisions d'adoption peut être d'un apport important à la réussite du développement agricole. A cet égard, Jamison et Lau (1982) cité par Kini (2007), ont trouvé que les raisons des faibles taux d'adoption des technologies agricoles étaient d'ordre social, économique, technique et environnemental. De même, les différences dans la diffusion de l'information peuvent être d'importants déterminants des décisions d'adoption des technologies (Feder *et al.*, 2003). Mais, ils aboutissent au fait que les incitations économiques comme les prix des facteurs de production et des produits sont les déterminants les plus importants de l'adoption de ces technologies. Kebede *et al.*, (1993), prennent en compte la production des

connaissances dans l'analyse des déterminants de l'adoption des technologies. Kebede, en Ethiopie, souligne l'importance du rôle des connaissances traditionnelles dans l'adoption des technologies nouvelles. En effet, la plupart des études sur l'adoption de technologies ne prenaient pas en compte de façon approfondie cet aspect. Juste une approche indirecte sur l'évaluation de l'impact des connaissances traditionnelles était utilisée et se basait sur des variables de gestion (Kebede, 1993). Or, les ménages évoluent dans un environnement socio-économique à forte inter et intra-influence de ceux-ci, ce qui joue sur le processus de prise de décision (Eisemon *et al.*, 1988). Knox et Meinzen-Dick (1999), ajoutent l'importance des droits de propriété et de l'action collective dans la gestion des ressources naturelles comme facteurs déterminants de l'adoption des technologies de CES. Ces deux facteurs agissent sur d'autres à leurs tours. Il s'agit des infrastructures et de l'information, des risques environnementaux et commerciaux, de la richesse, du crédit, de la main d'œuvre, des lois, des règles communautaires, des normes de la société.

Au regard de toutes ces analyses, il est clair que l'ensemble des facteurs économiques, sociaux, environnementaux, psychologiques, ont été abordés dans les travaux sur l'adoption de nouvelles technologies tant en théorie que dans la pratique. Bien qu'ayant été conçue pour des questions industrielles et informationnelles au départ, ces théories d'adoption de technologie s'appliquent aussi bien au domaine agricole dont les technologies de conservation des eaux et des sols.

C'est pourquoi, face aux multiples dégradations des terres, le gouvernement Malien a décidé d'adopter des modes de gestion durable des ressources naturelles en définissant une approche programmatique pour la gestion durable des terres (GDT) à partir de juillet 2007 STP/CIGQE (2010). Cette approche a impliqué tous les acteurs concernés dans la mise en œuvre des modes de GDT. C'est ainsi que plusieurs projets sont mis en œuvre par différentes structures techniques et Organisations Non Gouvernementales (ONG) visant à mutualiser les efforts de chacun pour lutter contre la désertification tout en favorisant l'adaptation au changement climatique grâce à la gestion durable des terres. C'est pour inverser durablement ces tendances à la dégradation des terres et pour mieux harmoniser ses investissements, que le Mali a adhéré à la plate-forme TerrAfrica et construit une coalition nationale autour de la GDT (Gestion Durable des Terres) (AEDD, 2010).

Actuellement, l'exploitation des ressources naturelles se fait sans assurer leur renouvellement. Avec cette situation, les terres n'ont plus la capacité à soutenir une agriculture intensive et durable pour servir de moteur au développement des autres secteurs de l'économie nationale. Roose (1989), souligne à ce sujet que l'intensification de la production en zone semi-aride passe obligatoirement par

la maîtrise de l'eau surtout sur les bassins versants où se développent les cultures pluviales dominantes.

Selon l'INERA, (2000), 31% de la pluviosité annuelle est en moyenne perdue par ruissellement sur un terrain non aménagé et qu'en situation de terrain aménagé par les cordons pierreux par exemple, lorsque le ruissellement est réduit de 5 à 23%.

La conservation des eaux et des sols (CES) est perçue comme l'ensemble des mécanismes qui, lors de la mise en valeur des ressources naturelles, tendent à maintenir (et si possible augmenter) les potentialités de production. Les sols et l'eau sont les éléments fondamentaux de ces potentialités, (Doro, 1991). La recapitalisation et l'amélioration de la fertilité des terres constituent l'un des moyens les plus efficaces pour assurer la sécurité alimentaire, réduire la pauvreté, sauvegarder l'environnement et créer les conditions d'un accroissement durable du secteur agricole. Atteindre cet objectif nécessite la construction d'ouvrages pour lutter contre l'érosion du sol. Selon le MA (1999), la dégradation des sols est exacerbée par les faibles taux d'adoption des technologies pour une exploitation plus intensive et durable des sols.

Pourtant certains paysans ont adopté spontanément les techniques en s'inspirant de ce que faisaient leurs voisins. Parmi les agriculteurs qui ont adopté ces techniques, nombreux sont ceux qui les ont adaptées à leurs conditions de production. Des évaluations récentes suggèrent une appropriation progressive des différentes composantes des techniques de conservation des sols (Abou *et al.*, 2006).

C'est nécessaire de mieux comprendre pourquoi certains agriculteurs adoptent ces techniques et d'autres pas. Il est essentiel de comprendre à la fois les caractéristiques de l'agriculteur et des exploitations qui sont susceptibles d'affecter le niveau d'adoption de ces techniques.

Le présent thème intitulé « **Facteurs influençant l'adoption des techniques de conservation des eaux et du sol : Cas des cordons pierreux et du zaï dans les exploitations agricoles du cercle de Bankass au Mali** » vise donc à identifier les déterminants de l'adoption des techniques de CES par les agriculteurs depuis leur vulgarisation par les projets de développement, afin de mieux orienter les actions futures de lutte contre l'érosion des sols.

L'objectif global est de déterminer les facteurs susceptibles d'influencer l'adoption des techniques de conservation des eaux et du sol dans le cercle de Bankass.

Il s'agissait plus spécifiquement :

- ❖ D'identifier les techniques de conservation des eaux et du sol dans le cercle de Bankass ;
- ❖ D'identifier les facteurs déterminants l'adoption des technologies du zaï et des cordons pierreux dans le cercle de Bankass ;

- ❖ De déterminer les facteurs socio-économiques de l'adoption de ces techniques au niveau des exploitations.

Pour entreprendre notre étude nous posons les hypothèses suivantes à partir de la littérature et des caractéristiques propres à la zone retenue:

- ❖ Plusieurs techniques de CES ont été développées par les exploitants agricoles du cercle de Bankass.
- ❖ La taille de l'exploitation et le niveau d'équipement sont des facteurs déterminants l'adoption du zaï et des cordons pierreux ;
- ❖ La formation des producteurs sur les techniques de CES améliore leur efficacité.

Le présent mémoire, est structuré en quatre chapitres. L'introduction générale situe le contexte et la problématique, le premier chapitre présente une synthèse bibliographique en se focalisant sur la revue de littérature ayant trait au thème. Le deuxième chapitre, présente la zone d'étude, le matériel et l'approche méthodologique. Dans le troisième chapitre, sont présentés les résultats et l'analyse qui en est faite. Le dernier chapitre, présente la discussion. Le mémoire se termine par une conclusion et des suggestions.

CHAPITRE I. SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

1.1. Mesures de conservation des eaux et des sols

La dégradation des ressources environnementales est une préoccupation majeure dans le monde entier et dans le monde en développement en particulier. En effet, dans ce dernier l'agriculture est la principale source d'alimentation des populations. Cette agriculture est aujourd'hui confrontée à de sérieux problèmes dont la dégradation des ressources environnementales et celle des sols en particulier. Le problème est que cette dégradation touche les ressources naturelles renouvelables à un point critique tel qu'il convient de connaître les causes réelles de celle-ci afin d'affronter par une lutte curative. Les causes de cette dégradation sont multiples, variées et liées à l'activité de l'homme. Malthus avait ainsi trouvé que la croissance exponentielle de la population était à la base de cette dégradation environnementale. En effet, pour lui, plus la population s'accroît, plus les espaces et ressources disponibles par tête, diminuent engendrant ainsi une pression démographique sur les sols, en particulier ceux qui supportent l'activité de production. L'érosion des sols est aussi citée comme une des causes principales au phénomène de dégradation (Mazzucato *et al.*, 2000).

1.2. Concepts et définitions de la conservation des eaux et des sols (CES).

La conservation des eaux et des sols (CES) est un élargissement de la notion de défense et restauration des sols (DRS) qui est elle-même beaucoup plus ancienne. La conservation des eaux et des sols se définit comme l'ensemble des mesures qui, lors de la mise en valeur des ressources naturelles, tendent à maintenir (et si possible augmenter) les potentialités de production ; les sols et l'eau étant les éléments fondamentaux de ces potentialités. Pour Roose (1994), l'érosion sans relation directe avec la productivité des cultures n'est pas suffisante pour susciter la mise en œuvre de mesures de CES d'où le concept de la gestion conservatoire des eaux et des sols (GCES) qui, au-delà de la conservation des eaux et des sols, s'intéresse à la gestion de la fertilité des sols. Nous utiliserons en ce qui nous concerne ces concepts en ayant à l'esprit que l'objectif du paysan est de mieux contrôler l'eau de ruissellement pour améliorer la fertilité des sols afin de pouvoir maintenir ou si possible accroître ses rendements.

1.3. Techniques de conservation des eaux et des sols

Il existe une kyrielle de techniques de CES.

1.3.1. Les cordons pierreux

Ce sont des ouvrages antiérosifs constitués par un arrangement judicieux de pierres sur les courbes de niveau. Les matériaux utilisés sont des blocs de cuirasses appelés moellons. Le but de cette technique est de casser la vitesse de l'eau, pour lui permettre de déposer sa charge et favoriser l'infiltration. La distance entre les cordons est comprise entre 15 et 50 m sur des pentes variant entre 3 et 0,5% (Vlaar,

1992). Selon Sawadogo et Kini (2011), les zones agroclimatiques où les cordons pierreux sont les plus adaptés sont les zones soudano-sahéliennes et soudaniennes. Dans la zone soudano-guinéenne à forte pluviométrie, ils sont également applicables mais leur effet bénéfique sur les rendements sera réduit ou même nul en l'absence de l'effet bénéfique dû à l'augmentation du volume d'eau infiltré. Les cordons pierreux installés individuellement finissent par perdre certaines fonctions dont celui de filtre. La sédimentation va provoquer à long terme un dépôt de limon et d'argile en amont des cordons pierreux d'où un phénomène de colmatage (Zougmore *et al.*, 2004). Ce processus peut bloquer le passage de l'eau et endommager ainsi le dispositif. Il devient donc nécessaire de renforcer ces cordons pierreux par une plantation d'herbes pérennes, d'arbustes ou d'arbres. L'avantage de cette opération est non seulement le maintien du rôle de filtre que doit jouer le cordon pierreux mais aussi la production du fourrage, de fruits et de paille. Les espèces végétales couramment utilisées à cet effet sont : *Andropogon* spp, *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp., *Piliostigma thonningii* (Schumach.) Milne-Redh., *Cajanus cajan* Harms, *Vetiveria zizanioides* (Zougmore *et al.*, 2004) (**Photo 1**).



Photo 1: Illustration de cordons pierreux (KOUMA; 2016)

1.3.2. Le zaï

Les agriculteurs ont développé en zones arides d'Afrique de l'Ouest, une technique de récupération des terres dégradées en introduisant leurs cultures dans des micros cuvettes. Cette technique qui a été progressivement améliorée, est appelée « Zaï » (ou Saai) au Burkina Faso « Tassa » au Niger « towalen » au Mali (Zombré, 2006). Les dimensions des cuvettes varient en fonction de la nature du sol (en moyenne 20 à 30 cm de diamètre et 10 à 15 cm de profondeur). Elles sont plus larges sur sol latéritique (poreux) et plus petites sur sol argileux. L'écartement entre les cuvettes est variable et l'on

compte entre 12.000 et 15.000 cuvettes par hectare (FAO, 2013). Les trous sont creusés en fin de récolte, de préférence quand le sol n'est pas encore totalement asséché. Ils sont partiellement remplis d'une certaine quantité de matière organique, ce qui est nécessaire pour améliorer la porosité et la capacité d'infiltration de l'eau du sol à travers l'activité des termites pendant la saison sèche (Hauchart, 2007). En effet, les termites creusent des galeries et facilitent ainsi l'infiltration profonde des eaux de pluie et de ruissellement. En plus de leur contribution à l'amélioration de la porosité des sols et à la capacité de rétention de l'eau, les termites transportent également les éléments nutritifs des couches supérieures profondes vers des horizons supérieurs et inversement (Mando, 1991).

- *Avantage* : Le zaï a la capacité de réduire les effets de la sécheresse en améliorant l'infiltration de l'eau dans le sol. Il contribue également à la récupération des terres dégradées et à l'optimisation de l'utilisation des intrants ce qui permet d'accroître les rendements agricoles, contribuant ainsi à la sécurité alimentaire. Il peut être amélioré en y associant les cordons pierreux, et le paillage (**Photo 2**).



Photo 2: Illustration de technique du zaï (PGDTE, 2016)

1.3.3. La régénération naturelle assistée (RNA)

La régénération naturelle assistée est une pratique agroforestière mise au point par la recherche dans le but d'apprendre aux producteurs les différentes techniques de régénération naturelle, d'augmenter la fertilité des sols. Elle vise à produire de produits forestiers secondaires, reconstituer le couvert végétal et à obtenir les arbres dans les champs et ce à moindre coût. La RNA est une méthode permettant d'enrichir les parcs agroforestiers en termes de diversité mais aussi d'augmenter le nombre de pieds d'espèces ligneuses. Elle s'effectue soit par ensemencement des champs avec des espèces choisies, soit par entretien de la régénération naturelle.

La RNA présente des avantages en ce qu'elle permet l'enrichissement de la diversité biologique des parcs agroforestiers, l'accroissement de la disponibilité des produits forestiers ligneux et non ligneux. Les contraintes auxquelles fait face cette pratique sont, entre autres, l'absence d'un dispositif de suivi et de règles de gestion rationnelle, la pénibilité du travail de repérage et d'entretien de la régénération naturelle, et la difficile protection des jeunes pousses contre les animaux. Néanmoins, le taux d'adoption de cette technologie est moyen, estimé à 40% dans le cercle de Bankass (Sahel Eco, 2016) (**Photo 3**).



Photo 3: Illustration de la technique de Régénération Naturelle Assistée (Sahel Eco, 2016).

1.3.4. Le paillage ou mulching

Cette technique de conservation des eaux et des sols est bien répandue dans le plateau central du Burkina Faso. En effet, dans cette région, peu de résidus de culture restent sur le champ après la récolte du fait qu'ils sont utilisés aussi bien pour l'alimentation du bétail que pour servir de source d'énergie.

Le paillage consiste à couvrir le sol avec une épaisseur d'environ 2 cm d'herbe sèche, ce qui correspond à une quantité de 3 à 6 tonnes/ha. Pendant les périodes sèches, les paysans entreprennent la fauche de l'herbe, le *Loudetia togoensi* en particulier, généralement rencontré sur les sols pauvres des collines environnantes. Là où cette herbe n'est pas suffisante, certains producteurs utilisent les feuilles sèches de différents arbres, en particulier du *Butyrospermum parkii*.

La technique présente des avantages relatifs à sa simplicité et au fait qu'elle est facilement maîtrisée par les producteurs. En plus, elle permet la fertilisation des sols grâce à la décomposition des résidus végétaux augmentant ainsi les rendements des cultures de l'ordre de 210 kg/ha (Ouédraogo *et al.*, 2006). Cette fertilisation des sols est aussi soutenue par l'action des termites qui

creusent des couloirs dans les sols et à la surface des sols. Ainsi, grâce aux termites, la porosité et la perméabilité du sol augmentent de façon considérable. L'ensemble de ces facteurs crée des conditions plus favorables pour le développement des racines. Le relief créé par les paillages après la consommation par les termites suffit pour absorber une certaine quantité de pluie et pour diminuer le ruissellement. Ouédraogo *et al.*, (2006) ont estimé le taux d'adoption de la technologie de paillage dans le cas du Plateau Central à 34%.

Cependant, cette technique a des exigences non négligeables. Il s'agit de la nécessité de respecter l'utilisation de la paille de 1,5 à 2 tonnes/ha pour contrôler l'érosion éolienne, de l'augmentation de la sensibilité des cultures au stress hydrique en raison d'une grande teneur en matières organiques mal décomposées. En plus, le paillage expose aux risques de parasitose par les insectes dans le sol (Ouédraogo *et al.*, 2006) (**Photo 4**).



Photo 4: Illustration du paillage (GARBA H, 2016).

1.3.5. Le compostage et la fumure organique

La fumure organique est un moyen d'enrichissement des sols et d'amélioration des rendements agricoles. La fumure organique est une pratique collective et dont l'utilisation s'effectue par l'intermédiaire de plusieurs procédés. Ainsi, les champs collectifs peuvent être fumés soit par des troupeaux de bovins qui y stationnent, soit par l'épandage des déjections d'animaux et des débris domestiques recueillis dans l'enceinte des habitations. La mise en œuvre de ce dernier procédé nécessite le transport de l'engrais depuis les lieux d'habitation jusqu'au lieu de culture. Ce sont donc les champs les plus proches de la résidence qui bénéficient en général de la fumure domestique tandis que les champs les plus éloignés sont engraisés par le stationnement de troupeaux d'éleveurs. Ouédraogo *et al.*, (2006) ont trouvé que la fumure organique est adoptée par les producteurs à un taux compris entre 55 et 70% dans le plateau central. Pour obtenir la fumure organique, un moyen mis au point par la recherche est le compostage. Le compostage est une

pratique agronomique mise au point par la recherche, visant à promouvoir une agriculture performante et durable à travers la valorisation agricole des ressources disponibles localement. C'est une opération consistant à faire subir aux matières premières végétales et animales une fermentation dirigée et contrôlée. Ceci aboutit à la formation d'un produit stabilisé, hygiénique qui est le compost. Du point de vue biologique, le compostage est la décomposition des matières organiques et leur transformation en humus par l'action de d'un grand nombre de microorganismes dans le milieu chaud et humide.

La technique met à la disposition des producteurs des quantités appréciables de matières organiques et permet une meilleure disponibilité du phosphore. Elle permet également de restaurer, d'améliorer et de maintenir la fertilité des sols. Le compostage est utilisé particulièrement pour améliorer la structure du sol, ce qui est un effet d'amendement organique. De même, il est utilisé pour apporter des éléments nutritifs au sol sous forme organique et minérale, ce qui est un effet fertilisant ; et permettre l'activité biologique du sol. Le compostage permet de recycler la paille de céréales perdue par le feu pour la fertilisation du sol. En effet, les intrants pour le compostage sont essentiellement constitués de la paille de céréales, des résidus de battage, des balles et du son de riz, du fumier de ferme, des déchets d'animaux. Le compostage en tas présente des avantages tels que la réduction des distances entre les champs et les sources des matières premières et de l'eau, la facilitation des opérations de plein air, la réduction du temps de compostage et la possibilité d'utiliser l'eau de pluie.

Les dimensions idéales d'un tas de compost sont telles que la largeur est comprise entre 1,5 m et 2 m et la hauteur atteignant 1,5 m au maximum. La construction du tas de compost exige de commencer la base par un matériau végétal grossier car l'air y circule plus aisément et tout excès d'eau peut être rapidement évacué. Le compostage s'achève 2,5 à 6 mois après sa mise en place et la durée du compostage dépend de la qualité des substrats utilisée, des retournements opérés et de la technicité du manipulateur. A ce moment, le compost ne dégage plus d'odeur. Pour son utilisation, le compost doit être mélangé avec une couche superficielle de terre au cours de la préparation du lit de semences. Ceci permet d'éviter le risque de perte des éléments nutritifs due à la pluie, l'eau d'irrigation et les rayons du soleil. La profondeur avec laquelle le compost doit être est estimée à 10-15 cm. Ce matériau végétal grossier est constitué de branches d'arbre, de tiges de sorgho, de mil, de maïs (**Photo 5**).



Photo 5 : Illustration du compostage (KOUMA, 2016).

1.3.4. Aménagement des champs à partir des courbes de niveau (ACN)

L'ACN est une technique qui consiste à faire des levées topographiques et avoir les points de même niveau dans un champ (PGDTE, 2016).

❖ La diguette antiérosive

La diguette antiérosive est un ouvrage réalisé suivant les courbes de niveau, dans les bas-fonds. Elle est constituée de terres, de pierres libres ou mixtes. Elle est construite généralement par couches successives afin de les rendre imperméables. C'est un ouvrage à infiltration totale.



Photo 6: Illustration d'une digue filtrante (GARBA H, 2016).

❖ **Les bandes enherbées**

Les bandes enherbées sont des bandes végétales denses et permanentes, généralement herbage, établies le long d'un ou de plusieurs côtés d'un champ. Leur maintien le long des courbes de niveau leur donne un impact sur le ruissellement et l'érosion, voisin de celui des cordons pierreux (**Photo 7**).



Photo 7 : Illustration des bandes enherbées (PGDTE, 2016).

❖ **La culture sur billons**

La culture sur billons est une méthode de semis s'effectuant sur des buttes (billons) permanentes formées l'année précédente à l'aide d'un sarcléur-billonneur.

❖ **La demi-lune**

La demi-lune est une pratique de collecte des eaux de ruissellement consistant à creuser une cuvette en forme de demi-cercle de diamètre compris entre 2 et 6 mètres et une profondeur de 15 à 20 cm. Introduite à partir du Niger, cette technologie est une méthode de réhabilitation des terres qui vise à collecter l'eau de ruissellement nécessaire à la croissance des cultures dans les zones arides et semi-arides. Elle est pratiquée sur les terres encroûtées et dénudées. La terre excavée est déposée en aval sur le demi-cercle en forme de banquette. Cette dernière est quelque fois revêtue de blocs de pierres. Selon la pratique traditionnelle, une charretée de compost ou de fumier à 30% d'humidité en moyenne est déposée dans la demi-lune, soit une dose moyenne de 10,2 tonnes/ha (Ouédraogo *et al.*, 2006).

Une demi-lune occupe une surface théorique de 1.57 à 14.13 m² et le nombre de demi-lunes par hectare est de l'ordre de 312 à 417 selon l'espacement entre celles-ci (Ouédraogo *et al.*, 2006).

Les demi-lunes s'appliquent dans les zones sahéniennes où la pluviométrie est inférieure à 600 mm. Dans les autres zones, leur application est exposée à des risques d'inondations. En plus, la technologie des demi-lunes convient mieux aux sols lourds limoneux ou argilo-limoneux qui ont

une capacité assez élevée de rétention d'eau. Les demi-lunes exigent également un travail collectif ou d'une main d'œuvre familiale importante et une disponibilité des matières organiques.



Photo 8: Illustration de la technique de demi-lune agricole (PGDTE, 2016).

❖ **Les façons culturales**

Elles désignent l'ensemble des opérations agricoles ayant pour objet le travail de la terre au moyen d'instruments aratoires. La manière dont la terre est travaillée et ameublie, lui confère une certaine configuration et une certaine structure qui fait qu'elle freine plus ou moins les eaux de ruissellement qui s'infiltrent alors plus ou moins. Nous pouvons citer:

- Le labour à plat qui consiste à retourner la bande travaillée à plat, la terre étant renversée vers l'aval, ce qui permet l'enfouissement des mauvaises herbes, du compost et éventuellement du fumier ;
- Le scarifiage qui consiste à gratter le sol sur quelques centimètres avec un instrument aratoire à dents ;
- Le sarclage et le binage consistent à enlever les mauvaises herbes tout en ameublissant le sol ;
- Le buttage consiste à faire des buttes de terre sur les lignes des plants en cours de végétation.

1.4. Adoption et processus d'adoption, accessibilité et réactions paysannes.

1.4.1. Adoption et processus d'adoption:

Il existe de nombreuses définitions du phénomène de l'adoption. En agriculture, deux définitions ont retenu notre attention. La première émane du CIMMYT (1993), qui définit l'adoption des nouvelles technologies de plusieurs manières selon qu'on se base sur l'application totale du paquet technologique sur les superficies traitées par une technique, sur le nombre d'années de son utilisation, etc. En ce qui est de la deuxième définition, elle est l'œuvre de Feather Stone *et al.*, (1997). Selon eux, l'adoption est le degré avec lequel une nouvelle technologie est utilisée, en

équilibre avec les autres activités, sur une longue période en supposant que le paysan a une information complète sur la technologie et son potentiel.

Ces définitions soulignent les concepts clés en rapport avec l'adoption: information, application totale, années d'utilisation, degré d'utilisation, période. Ces concepts nous donnent une idée de qu'est ce que l'adoption sans occulter sa complexité.

Dans la littérature, l'adoption est souvent diversement qualifiée. Dugué *et al.*, (2012), soulignent qu'elle peut être totale, partielle, détournée ou sélective. En réalité tous ces qualificatifs liés à l'adoption de l'innovation traduisent la réaction des paysans et leur manière d'accession aux techniques nouvelles.

1.4.2. Accessibilité aux techniques et réaction des paysans

Pendant longtemps, les réactions des populations paysannes face aux nouvelles techniques ont été incomprises. Le constat était simple. Les innovations généralement proposées par les intervenants extérieurs étaient jugées a priori conformes au milieu paysan et par conséquent leur adoption par ces derniers devrait être rapide et massive. Dans la pratique, l'analyse des systèmes agraires a révélé que la rationalité technique et les rationalités paysannes ne concordent pas toujours. Devant le coût des techniques d'intensification, les paysans cherchent l'efficacité économique maximale des intrants, qui est souvent bien loin de l'optimum agronomique. Les solutions standards proposées par les acteurs de développement sont alors soumises à des modifications et adaptées par les paysans à leur situation locale (Delville, 2002). Guillaud *et al.*, (1991) cité par Sibone (2012), soutiennent d'une part que toute technique nouvelle, avant son adoption, est évaluée sous l'angle non seulement de son efficacité mais aussi de sa signification sociale. C'est pourquoi il ne suffit pas qu'il y ait nécessité d'un changement pour que la mutation technique s'opère. D'autre part, ils estiment que le changement n'est pas non plus quelque chose d'immédiat car souvent l'observateur se place dans une échelle de temps trop courte pour pouvoir percevoir ce changement. Ces remarques nous paraissent fonder. Nous appréhenderons la "signification sociale" à travers la perception qu'ont les agriculteurs du cercle de Bankass sur les techniques que nous étudions.

1.4.3. Les déterminants de l'adoption

Les déterminants de l'adoption des techniques anti-érosives ont fait l'objet de multiples études. Blend et Van Ravenway (1997) et (Young *et al.*, 2000), ont par exemple mis en évidence la relation positive qui existe entre l'éducation, la taille de l'exploitation et l'adoption des techniques anti-érosives (cas de l'érosion éolienne). Selon Westra et Oison (1997) et Isik (2001), le risque est un déterminant de l'adoption des techniques de conservation des eaux et des sols.

Mais la définition d'une telle variable dans le contexte de Bankass est difficile. La variabilité des rendements d'une année à l'autre est fortement liée aux aléas climatiques. L'appartenance à une zone agro-climatique pluvieuse au Pérou par exemple est négativement liée à l'adoption des pratiques anti-érosives (Swinton, 2000).

Pour le Mali, TRAORE *et al.*, (2012), ont montré que l'âge du chef de ménage et la taille du ménage sont déterminants dans l'adoption des cordons pierreux dans la région de Mopti. Cet auteur n'a pas abordé le cas du zaï. Kazianga et Masters (2001), ont montré grâce à un modèle Tobit que le genre, le système d'élevage sont déterminants pour l'adoption aussi bien du zaï que celui des cordons pierreux au Burkina Faso. Ils n'ont cependant pas tenu compte des variables socio-économiques propres au chef de ménage (âge, formation, niveau d'éducation) et au ménage (actifs, taille de l'exploitation).

L'environnement écologique du cercle de Bankass est fortement dégradé par le phénomène de l'érosion. Diverses techniques de CES ont été préconisées dans ce cercle suivant une multitude d'approches. La nécessité et les performances agronomiques de ces techniques ne sont plus à démontrer.

CHAPITRE II. MATERIEL ET METHODES D'ETUDE

2.1. Matériel.

2.1.1. Présentation de la zone d'étude.

2.1.1.1. Caractéristiques biophysiques

Le cercle de Bankass est situé dans une zone de savanes arbustives. On y distingue une zone argileuse, une zone sablonneuse et le haut plateau Dogon. Dans la plaine, toutes les terres sont occupées par l'agriculture. La dégradation des terres est très poussée et l'ensablement pose des difficultés à l'agriculture.

Les sols sont érodés. La jachère est pratiquée par endroit. Les espaces pastoraux diminuent d'année en année à cause de la pression démographique.

Les mares saisonnières constituent l'essentiel des eaux de surface. Les eaux souterraines sont très profondes et discontinues, entraînant ainsi une faible couverture en eau potable et d'abreuvement.

La végétation est caractérisée par une savane arborée clairsemée. Les espèces qu'on retrouve sont : balanza, prunier, kapokier, karité, tamarinier, baobab, Tannier, neem et des acacias. Les fourrages aériens sont essentiellement composés d'acacias, *Pterocarpus erinaceus*, de *Pterocarpus lucens*. Les ressources fauniques (peu importantes) qu'on rencontre sont : le lièvre, l'écureuil, la tortue.

Deux saisons sont observées : une saison des pluies allant de juillet à septembre et une saison sèche qui va d'octobre à juin. La moyenne pluviométrique annuelle, variable d'une année à une autre et généralement mal répartie est entre 600 et 700 mm (PROMISAM, 2011).

2.1.1.2. Situation géographique

Le cercle de Bankass est situé entre 14° 04' 00'' latitude Nord et 3° 31' 00'' longitude Ouest. Il couvre une superficie de 9 054 km². Il est limité :

- Au nord par le cercle de Bandiagara ;
- Au sud par la République du Burkina-Faso ;
- A l'est par le Cercle de Koro ;
- A l'ouest par la Région de Ségou. (PROMISAM, 2011).

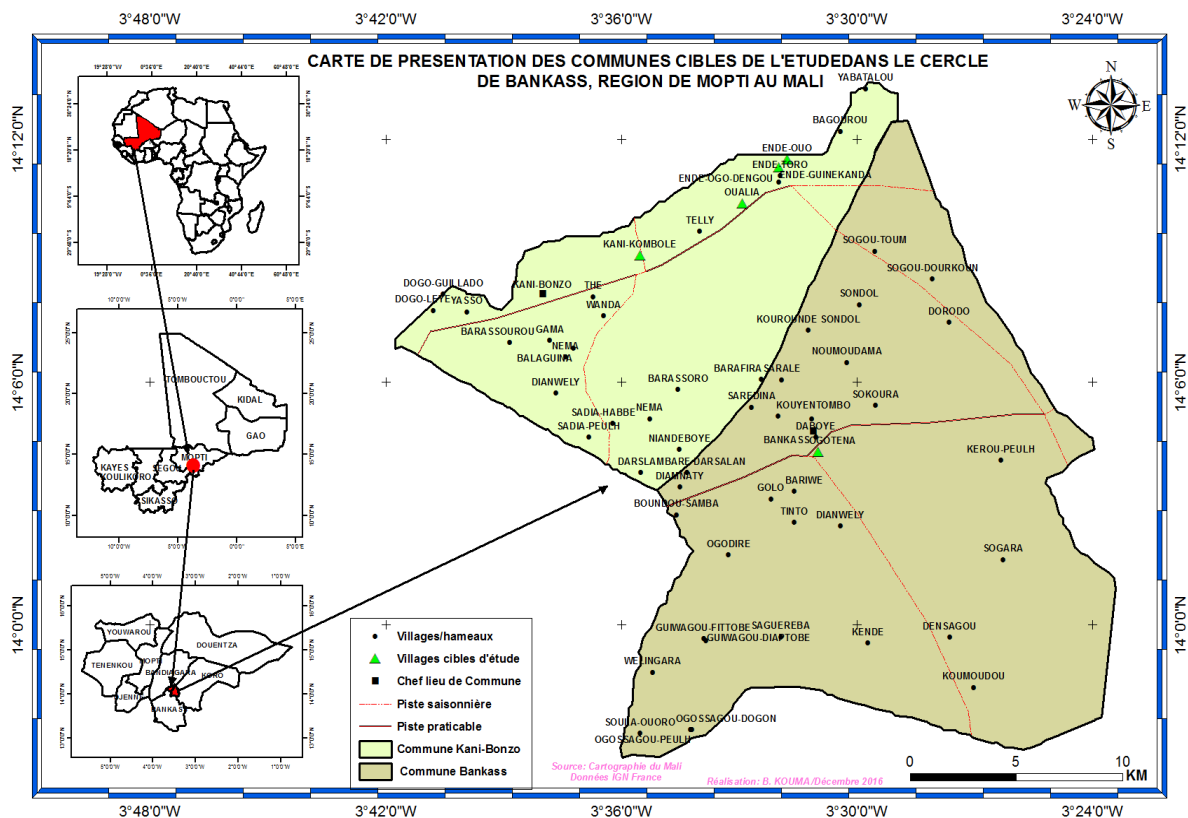


Figure 1 : Carte de la zone d'étude (Bakary KOUMA, 2016).

2.1.1.3. Organisation administrative.

Le cercle de Bankass est l'un des 8 cercles que compte la région de Mopti. Il comprend 12 communes pour 282 villages. Les communes sont: Bankass, Baye, Diarrassagou, Ouonkoro, Dimball, Kani-bonzon, Ségué, Sokoura, Tori, Lessagou-habé, Soubala, Koulongo-habé.

2.1.1.4. Caractéristiques démographiques et sociales

La population du cercle de Bankass est estimée en 2010 à 267 597 habitants dont 146 579 hommes et 121 018 femmes (PROMISAM, 2011). Elle est composée en majorité de Dogons. Y vivent également les peulhs, les dafings, les samogos, les mossis. La couche juvénile est confrontée au problème de l'exode rural. Les religions dominantes sont l'islam et le christianisme.

2.1.1.5. Caractéristiques économiques

Le cercle de Bankass possède une économie à vocation essentiellement agro-pastorale. Le cercle dispose de beaucoup de terres cultivables. Les principales spéculations sont : le mil, le sorgho, le maïs, le niébé, le fonio (PROMISAM, 2011).

L'artisanat et le tourisme sont développés. Les marchés hebdomadaires de Bankass, Diarrassagou, Tori, Ouonkoro et Koulogo servent de cadre d'échange de marchandises. L'élevage y est beaucoup développé.

Les besoins en eau potable de la population sont satisfaits par des forages et des puits modernes.

La route dite « route du poisson » Mopti-Burkina Faso est la seule voie de communication viable du cercle. Les différentes pistes rurales reliant Bankass à certaines communes sont en très mauvais état. Pendant la saison des pluies la plupart de ces pistes sont impraticables. La contrainte liée au transport dans le cercle de Bankass est l'enclavement de beaucoup de localités pendant la saison des pluies.

2.1.1.5.1. L'agriculture

Elle est la principale activité économique. Elle est basée essentiellement sur les cultures du mil et du sorgho. Cependant on rencontre également des spéculations comme le haricot, le fonio, l'arachide, le dah (oseille de Guinée), le wandzou et le riz contribuent aux PIB. Il est à noter que la culture du riz pluvial dans la plaine du Sourou est de plus en plus croissante. Le maraîchage est pratiqué dans la plaine du Sourou et le long de la falaise.

L'agriculture est tributaire des variations de la pluviométrie. Le secteur agricole qui fait la fierté du cercle, d'où l'appellation « grenier de la 5eme région du Mali », est très mal organisé. La principale production du mil fait objet d'exportation vers les autres localités à l'intérieur et hors du Mali.

L'agriculture dans la zone souffrent de :

- La mauvaise organisation et du manque de professionnalisme des agriculteurs ;
- L'effet néfaste de l'érosion ;
- Conflits liés à l'exploitation des ressources ;
- Insuffisance d'agents et moyens d'encadrement ;
- Pauvreté et dégradation des sols ;
- Inobservation des techniques culturales ;
- Présence des déprédateurs ;
- Non aménagement des terres du bassin de la source ;
- Sous équipements des paysans ;
- Non disponibilité des intrants (engrais minéral).

2.1.1.5.2. L'élevage

Il occupe la deuxième place de l'activité économique après l'agriculture. Il est pratiqué de nos jours par tous les groupes ethniques du cercle (peul, dogon et autres). Le système d'élevage est de type extensif et se traduit par le mouvement pendulaire des animaux en quêtes des meilleurs pâturages et de points d'eau. Cette transhumance conduit les animaux vers le « Bourgou » (Djenné, Macina, Tominian) les plateaux (Ouo, et Kani-Gogouna du cercle de Bandiagara) et le Burkina Faso.

Le cheptel compte des bovins, ovins, caprins, équidés, camelins et asins.

2.1.1.5.3. Le commerce et les échanges

Les échanges commerciaux sont relativement importants ; ces échanges portent aussi bien sur les productions locales que sur des produits d'autres localités de l'intérieur et/ou de l'extérieur du pays. Le cercle totalise 15 marchés hebdomadaires dont les plus importants sont les marchés de Bankass, Diallassagou et de Koulogon.

Les produits d'exportations sont essentiellement le mil, le bétail sur pied vers les grandes villes du mali, de la Côte d'Ivoire et le Burkina Faso.

2.1.1.5.4. L'artisanat.

La production artisanale est variée : teinture de cotonnade, cordonnerie, forge, statuettes, poteries et masques. Le secteur souffre de la mauvaise organisation et du manque de professionnalisme des acteurs.

2.1.2. Ressource humaine

➤ Univers / population de recherche

Le milieu de recherche est le cercle de Bankass. La population enquêtée est composée des producteurs de la zone d'intervention du projet, répartis dans cinq villages dudit cercle, ayant bénéficié des activités du projet GDTE durant les années 2014-2015.

➤ Population cible

Il s'agit de 167 chefs de ménages agricoles repartis dans les cinq villages prévus pour l'étude.

➤ Personnes ressources

Nous nous sommes focalisés ici sur les acteurs capables de nous orienter et de nous fournir des informations techniques et/ou socio-économiques en relation avec notre thème ; il s'agit : des techniciens des services de l'agriculture, des leaders locaux et des responsables de PGDTE.

2.1.3. Logiciels et l'analyse des données.

Word et Excel ont été utilisés pour les traitements de texte, tableaux, graphiques et les statistiques simples.

Les données ont été saisies sur un tableur Ms Excel.

L'analyse statistique des données a été effectuée grâce au logiciel SPSS 20.

Pour la spatialisation, nous nous sommes servis du logiciel ArcGIS.

2.2. Méthodes d'étude

Cette enquête a visé les chefs de ménages agricoles et de personnes ressource des villages concernés. Ainsi, 5 villages ont été retenus dans la zone d'étude. Le tirage de notre échantillon s'est fait de façon aléatoire et indépendante au sein de notre population constituée par l'ensemble des ménages des cinq villages. Le choix a été porté sur ces villages à cause de l'existence des techniques de conservation des eaux et des sols assez représentatives.

2.2.1. Echantillonnage

Cette recherche a concerné tous les ménages agricoles des 5 villages des deux communes du cercle de Bankass, sur un effectif total de 5 049 habitants soit 918 ménages agricoles. Pour retenir le nombre des ménages à interviewer pour les 5 villages, nous avons appliqué la formule de Slovin (1960).

Présentation de la formule et calcul.

$$n = \frac{N}{1 + N * e^2}$$

n = taille de l'échantillon attendu ;

N = nombre total de ménages agricoles ;

e = marge d'erreur 7% a été retenu.

Alors on a :

$$n = \frac{918}{1 + 918 * (0,07)^2} = 167$$

A travers la formule, nous avons eu un échantillon de 167 producteurs et productrices à enquêter. Pour déterminer le poids de ménage à enquêter par village dans la zone d'étude, la formule suivante a été utilisée :

$$P_v = N_m / N_{tm}, \text{ où}$$

p_v = poids du villages en % ;

N_m = nombre de ménage par village ;

N_{tm} = nombre total de ménage dans la zone d'étude.

Cette population est répartie dans les villages selon le tableau I ci-dessous.

Tableau I: Répartition des ménages agricoles par village

Cercle	Communes	Villages retenus	ménage/village	Poids	Ménage à enquêter / village
Bankass	Bankass	Ogotena	440	48%	97
	Kani-Bonzon	Kani Kombolé	195	21%	41
		Walia	101	11%	11
		Endé Wo	101	11%	11
		Endé Toro	81	9%	7
		Total 5	918	100%	167

Source : Données d'enquête (KOUMA, 2016).

2.2.2. Entretiens individuels

Ces entretiens qui ont concerné les ménages agricoles et se sont déroulés autour d'un questionnaire (Annexe). Cette enquête individuelle regroupe les éléments suivants : Caractéristiques socio-économiques du chef de ménage, la composition socio-démographique, la perception sur la technique en vue de déterminer la préférence, le processus d'adoption des techniques de CES, l'inventaire du matériel agricole, le type de technique pratiquée et pratique agricole, le système d'encadrement, d'information et d'assistance financière. Le but était d'avoir des éléments déterminants l'adoption ou non de CES par les producteurs et sur leur évolution depuis la mise en place des techniques GDT (cordons pierreux et zaï) (**Photo 9**).



Photo 9: Entretien individuel dans le village de Ogotena

2.2.3. Collecte des données

Les opérations de collecte se sont déroulées de la manière suivante :

- ✓ Identification des villages : l'établissement de la liste des villages a été faite avec le secteur d'agriculture en collaboration avec le point focal local du projet PGDTE et validée au niveau de la mairie des communes concernées. Le choix et la démarche furent partagés avec les structures de mise en œuvre du programme là où cela fut possible.
- ✓ Le support principal que nous avons utilisé pour la collecte des données est le questionnaire administré aux ménages ainsi que l'observation sur le terrain. L'enquête à base de questionnaire est une enquête ménage qui prend en compte les caractéristiques socio-démographiques de ménages, leur situation économique, leur perception des différentes techniques. Cette enquête a permis de nous situer également sur les caractéristiques des exploitations, sur les méthodes alternatives de la gestion de la fertilité et du foncier.
- ✓ Les équipes d'enquête se sont procurées la liste des exploitations pour les villages retenus au niveau de la mairie afin de procéder ultérieurement à la détermination des exploitants à enquêter au niveau des villages.

Au niveau de chaque village, il a été réalisé :

- ✓ Rencontre d'échange avec les autorités villageoises pour leur expliquer l'importance de cette activité dans la mise en œuvre de ce travail et de convenir d'un programme de déroulement ; comment les exploitations devant être enquêtées seront choisies.

2.2.4. Choix des zones d'enquête

Nous avons choisi les cinq villages selon les critères suivants:

- Population ;
- Importance de l'activité agricole ;
- Diversité des pratiques agroécologiques ;
- Etre situé dans la zone d'intervention du PGDTE.

2.2.5. Analyse des déterminants socio-économiques de l'adoption des technologies.

Pour effectuer les analyses économiques, une modélisation économétrique a été adoptée. Il existe une multitude de définition de l'adoption ; celle que nous avons retenue est de Feartherstone *et al* (1997). Selon Pare, (2003), l'adoption est le degré avec lequel une nouvelle technologie est utilisée, en équilibre avec les autres activités, sur une longue période en supposant que le paysan a une information complète sur la technologie et son potentiel.

2.2.7. Justification du choix du modèle.

Un des objectifs de notre étude est de préciser le comportement des producteurs face à la technologie du zaï, des cordons pierreux en identifiant les facteurs qui influencent leurs adoptions, sous la forme d'une probabilité. Pour atteindre cet objectif, nous avons opté pour une modélisation de type Probit, facilitant la manipulation des résultats (Hurlin, 2003). En effet, deux propriétés font l'intérêt de la fonction de répartition logistique dans la modélisation des choix discrets. Il s'agit notamment de son intervalle qui se réduit à $[0, 1]$ et de la possibilité d'être linéarisé par une transformation logarithmique (Hurlin, 2003).

Plusieurs études empiriques (Nkamleu et Coulibaly, 2000) ; Adésina *et al.*, (2000) ont étudié l'adoption des innovations agricoles. Diverses méthodes d'analyse ont été appliquées dont notamment l'utilisation de modèles économétriques. La littérature sur les études d'adoption permet de distinguer trois types de modèles couramment utilisés pour analyser la décision d'adopter une technologie agricole : les modèles de probabilité linéaire, de Logit et de Probit. Le premier modèle présente des inconvénients parce que la probabilité peut souvent dépasser 1. Le modèle Logit quant à lui, est souvent utilisé dans la plupart des études d'adoption. Mais nous avons retenu le modèle Probit comme outil d'analyse. Un modèle Probit binaire a été jugé approprié dans la spécification des relations entre la probabilité d'adopter et les déterminants de celle-ci. L'avantage d'un modèle Probit par rapport à un modèle Logit est d'avoir des probabilités positives.

Pour l'analyse de l'adoption des technologies de CES, l'adoption de ces techniques est supposée expliquée par un ensemble de variables indépendantes (variables explicatives). Le modèle Probit étant adéquat pour les variables discrètes sera utilisé dans le cadre de cette étude. Ce modèle permet de ressortir les interactions entre variables continues et variables discrètes dans une même équation (Hurlin, 2003 ; Fougère et Kramaz, 2008).

Le modèle probit fonctionne sur des échantillons où tous les enquêtés ne participent pas à une activité donnée. Ce type de modèle indique la probabilité d'adoption. Il permet aussi une analyse quantitative des effets des variables explicatives sur la probabilité d'adoption. Les bases conceptuelles du modèle ont été développées par Rahm et Huffman, (1984) cité par (Wendtinda Elie Sibone, 2012; Lapar *et al.*, 1999).

2.2.8. Hypothèses du modèle d'adoption des techniques de CES.

L'interprétation des signes des coefficients des paramètres estimés est facilitée en formulant des hypothèses de départ. A cet effet, en nous basant sur les caractéristiques de notre zone d'étude et de la revue de la littérature, nous avons posé un certain nombre d'hypothèses sur les variables qui sont soumises à l'épreuve des faits.

Les détails sur ces variables sont dans le tableau II ci-dessous :

Tableau II: Liste des variables explicatives et effet attendu

Variabes	Nature	Définition de la variable	Effet attendu
Age	Quantitative	Nombre d'années de l'exploitant en années révolues	Négatif
Actifs	Quantitative	Nombre total d'actifs du ménage	Positif
Sexe	Quantitative	Sexe des exploitants : 1 = Masculin ; 2 = Féminin	Positif
Membre d'association	Qualitative	Précise si l'exploitation adhère à une association. Vaut 1 s'il adhère et 0 si non.	Positif
Statut de l'exploitant	Qualitative	L'origine du chef d'exploitation : 1 s'il est autochtone et 0 sinon.	Négatif
Superficie	Quantitative	Mesure la taille en hectares des champs de l'exploitant	Négatif
Niveau d'étude	Qualitative	Précise si oui ou non l'exploitant est instruit. Vaut 1 si l'exploitant est alphabète et 0 si non (analphabète)	Positif
Matériel agricole	Qualitative	Si l'exploitant dispose oui ou non du matériel (brouette, charrue, charrette) Vaut 1 si le matériel est disponible et 0 si non.	Positif
Perception sur technique	Qualitative	Si l'individu a oui ou non une bonne perception de la technique. Vaut 1 si la perception est bonne et 0 si non.	Positif
Formation	Qualitative	Si l'individu a oui ou non reçu une formation sur la technique. Vaut 1 si la formation est effective et 0 si non.	Positif
Appui	Qualitative	Si l'individu a oui ou non reçu un appui (subvention ou crédit) pour exécuter la technique. Vaut 1 si l'appui est effectif et 0 si non.	Positif

Source : Construction de l'auteur (2016).

La forme fonctionnelle est la suivante :

Adoption = f (âge, actifs, sexe, membre d'une organisation paysanne, Statut de l'exploitant, superficie, niveau d'instruction, matériel agricole, perception sur la technique, formation, appui).

2.2.9. Validité économétrique de l'estimation de l'adoption du zai

L'appréciation de la validité économétrique de l'estimation se fait à travers l'adéquation d'ensemble du modèle et la signification statistique des coefficients individuels.

2.2.9.1. Adéquation d'ensemble du modèle

Deux indicateurs sont généralement utilisés pour l'appréciation de la qualité globale de l'ajustement: le coefficient de détermination (R^2) et la statistique de Fisher (F) dans le cas des estimations par la méthode des moindres carrés ordinaires (MCO).

Pour le modèle d'adoption du zaï, certaines variables sont significatives aux seuils de 1% et de 5% (Tableau III) ce qui présage une signification de la régression dans son ensemble. Cette signification de la régression dans son ensemble est confirmée par la qualité de prédiction (acceptable) qui est de 97%.

2.2.9.2. Adéquation du modèle

Le test de prédiction considère la probabilité prédite d'adopter une technologie et on attribue un choix positif si la probabilité prédite est supérieure à la valeur de césure $C = 0,5$.

2.2.9.3. Signification des coefficients individuels.

Les coefficients estimés ne permettent qu'une analyse de leur signe (analyse directionnelle) et de leur significativité statistique. A la différence du modèle linéaire, les coefficients d'un modèle binaire ne s'interprètent pas en termes d'effet marginal.

2.2.10. Validité économétrique de l'estimation de l'adoption des cordons pierreux

2.2.10.1. Adéquation d'ensemble du modèle

Le modèle tel que spécifié permet également des prédictions correctes dans 67% des cas. Ceci nous conduit donc à la conclusion selon laquelle la régression est globalement significative.

2.2.10.2. Signification statistique des coefficients individuels

Au seuil de 5%, le coefficient associé à l'âge est positif. Cela signifie qu'il est statistiquement correct d'affirmer que cette variable prise individuellement a une influence sur la probabilité d'adoption des cordons pierreux. Les autres paramètres ne sont pas statistiquement significatifs.

2.2.11. Validité économétrique de l'estimation de l'adoption du zaï et des cordons pierreux

2.2.11.1. Qualité de l'ajustement

Le pouvoir de prédiction du modèle ainsi spécifié est également satisfaisant (98,2%) ce qui nous permet de dire que la régression est globalement significative (tableau V).

2.2.11.2. Signification statistique des coefficients individuels

A différents seuils de probabilité, la majorité de des coefficients du modèle probit ne sont significatives.

Ainsi au seuil de 1%, seules les variables MAT-AGRI (Matériel agricole) et SUPERF (superficie) sont significatives et favorisent à l'adoption des techniques du « zaï et des cordons pierreux ».

CHAPITRE IV. RESULTATS

4.1. Résultats des données d'enquête

4.1.1. Caractérisation des chefs de ménages.

Les caractéristiques socio-personnelles des chefs de ménages ont été appréhendées à travers leur âge, leur perception sur les bonnes pratiques agricoles, le sexe et leur niveau d'instruction.

❖ Age

Les résultats de l'enquête montrent que l'âge des chefs de ménages des sites de l'étude est compris entre 20 et plus de 80 ans. Dans cet échantillon, 37 % des chefs de ménages sont dans la classe d'âge de 40 à 59 ans, 33% se trouvent dans l'intervalle 60 à 79 ans, suivi de 19% entre 20 à 39 ans et en fin 11 % ont un âge supérieur à 80 ans. L'âge moyen des chefs de ménages a été de 51 ans environ. Les CM de moins de 60 ans ont été les plus nombreux ; ce sont eux qui ont aménagé leurs parcelles. (**Figure 2**).

L'âge des adoptants et des non adoptants des techniques du zaï, les cordons pierreux et « zaï et cordons pierreux est à l'annexe II.

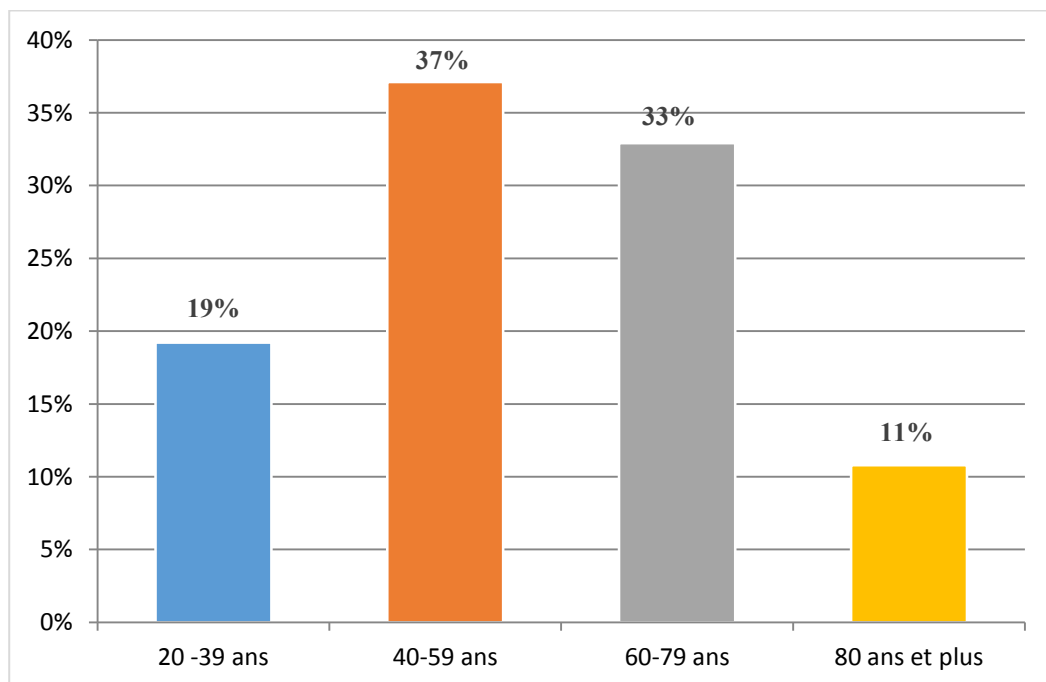


Figure 2 : Répartition des producteurs en fonction de l'âge.

❖ Sexe

L'analyse des données montre que les producteurs échantillonnés étaient majoritairement des hommes (89,20%). L'adoption des aménagements par les veuves et les divorcées a été faible (10,80% des enquêtés). Cela s'expliquerait par le fait que les hommes sont les propriétaires

terrains et ils auraient une plus grande probabilité d'adopter les technologies par rapport aux femmes à cause de ces facteurs qui facilitent l'adoption (**Figure 3**).

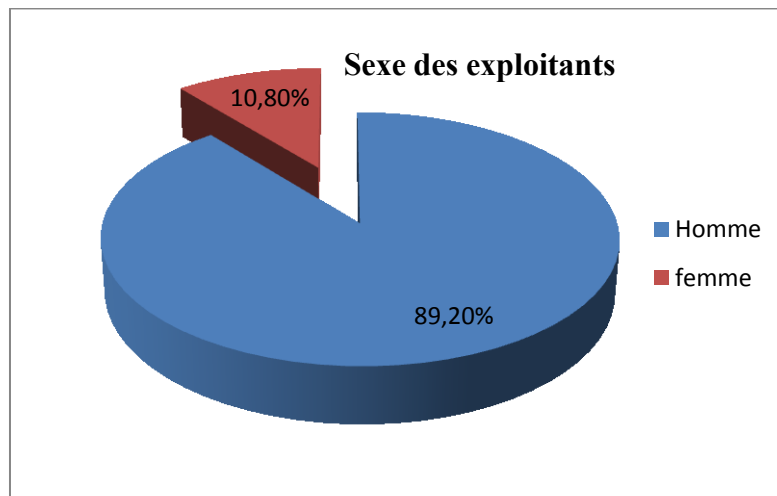


Figure 3. Répartition des chefs de ménages selon le sexe

❖ Niveau d'instruction

Le niveau d'instruction des CM était très bas : 58% n'avaient pas été scolarisés (analphabètes). Le pourcentage de producteurs qui avaient complété leur école primaire et secondaire était de 25 % et 15 % respectivement et enfin 2% des exploitants ont fréquenté l'école coranique (**Figure 4**).

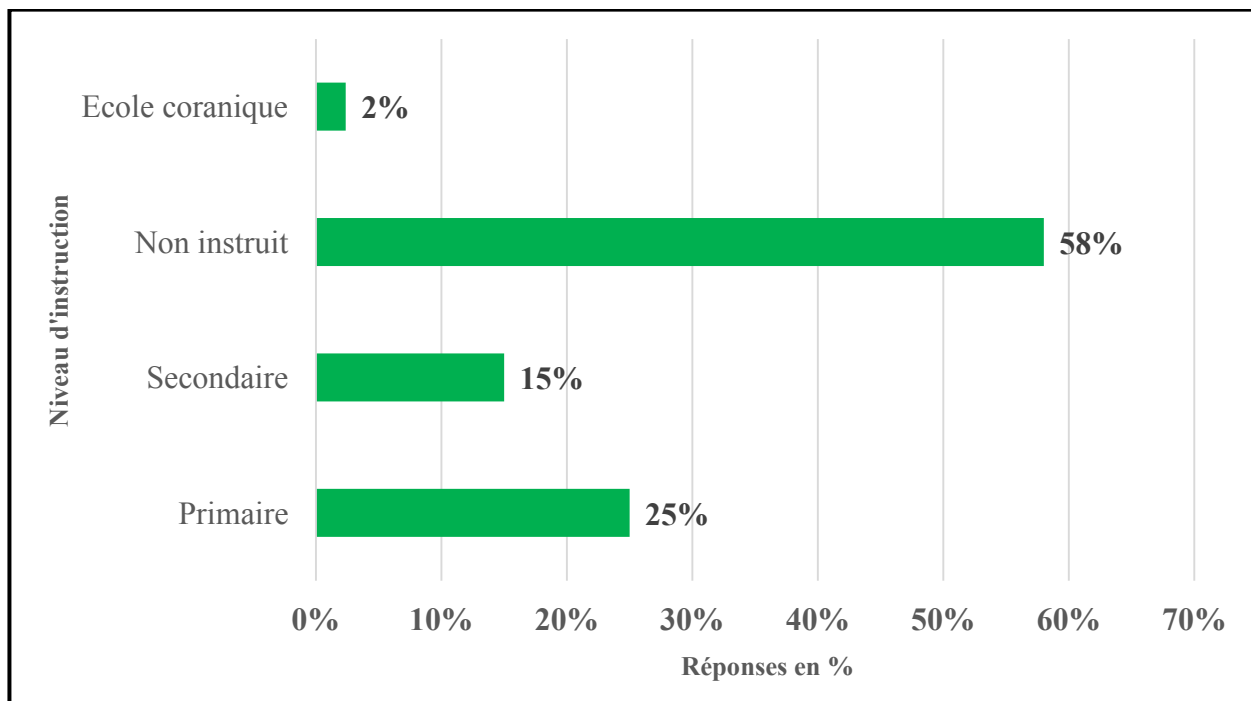


Figure 4 : Niveau d'instruction pour les exploitants

❖ Statut des exploitants

La figure 5 montre une répartition des chefs de ménages selon leurs lieux d'origine. Environ 10 % des chefs de ménages sont des migrants venant des autres régions du pays. L'accès au foncier est donc difficile pour ces derniers. On compte en moyenne 6 actifs dans les exploitations agricoles qui s'occupent des activités de conduite des cultures. Sur les exploitations, on a en présence en plus des cultures vivrières, d'autres cultures de rente (**figure 5**).

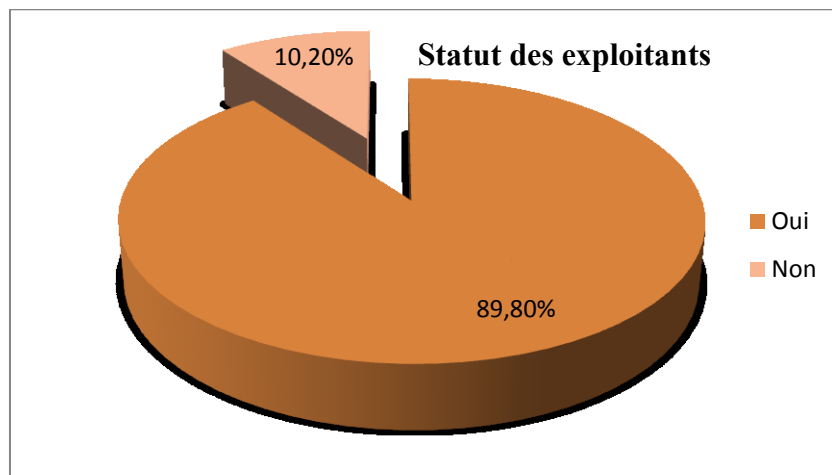


Figure 5: Répartition des chefs de ménages selon l'origine.

❖ Formation sur les techniques de CES/DRS

De l'analyse des données de l'enquête, il ressort qu'environ 62,30% des chefs de ménages de notre échantillon sont sans aucun niveau d'instruction formelle. Les producteurs ayant reçus des formations sur les techniques de CES constituent 37,70% de notre échantillon. Ces formations ont été dispensées par les partenaires techniques (ONG, projets et structures étatiques) (**figure 6**).

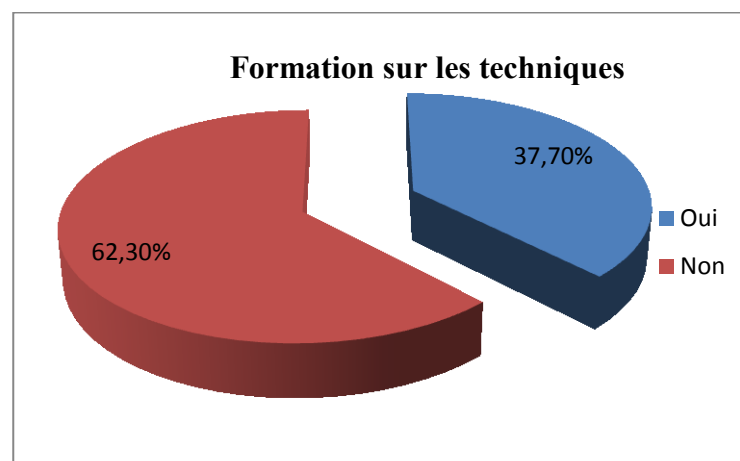


Figure 6 : Répartition des chefs de ménages en fonction de formation sur les techniques de CES.

❖ Matériel agricole

La figure 7 montre le matériel de production en présence dans les exploitations. Les outils de production sont essentiellement composés de houe ou d'abaques (79,80%) des chefs de ménages en possèdent, de charrues (5,40%), de charrettes (10,10%) et d'autres petits matériels comme les marteaux et les brouettes respectivement 1,80% et 2,40%. Il existe des producteurs qui font appel aux prestations de service pour pallier au manque d'un certain nombre de matériels agricoles (tracteur notamment).

Dans les deux communes (Bankass et Kani-Bonzon), la traction asine est aussi bien utilisée que la traction bovine pour les opérations de préparation des champs. Les producteurs ont en moyenne un bœuf et un âne dans leurs exploitations. Les ânes sont exclusivement utilisés dans le transport avec les charrettes (figure 7).

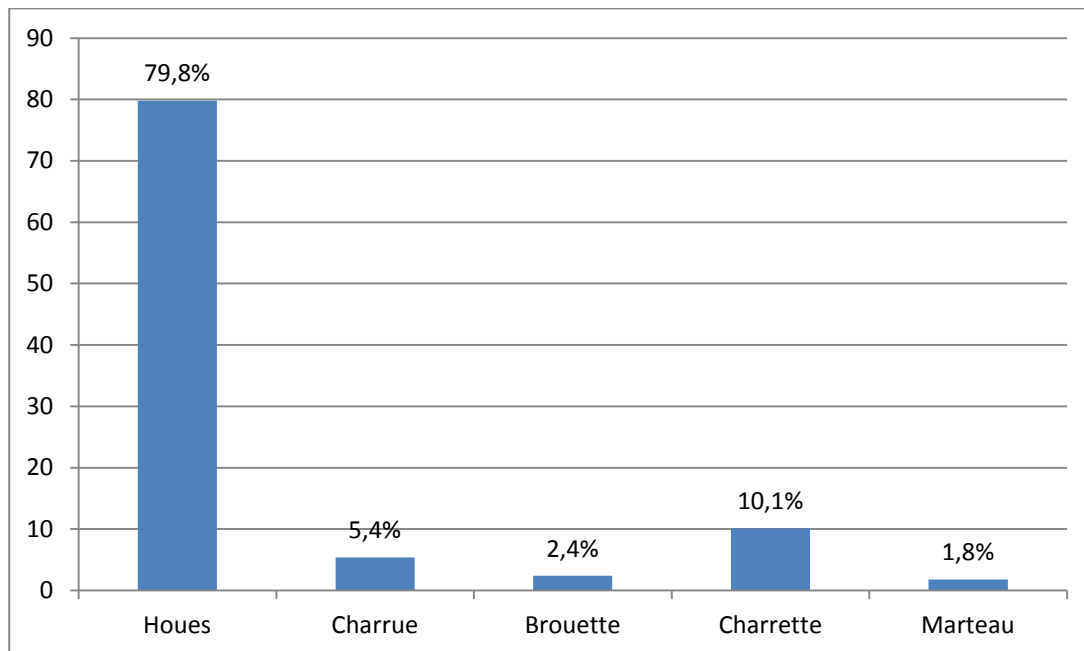


Figure 7: Répartition du matériel de production.

❖ Appartenance à une organisation paysanne

La figure 8 indique l'appartenance des chefs de ménages à une organisation paysanne ou groupement. Les chefs de ménages appartenant à une organisation ou groupement représentent 47,30% contre 52,70% n'adhérant en aucune. L'adhésion à des groupements de producteurs et autres réseaux sociaux pourrait être utilisée comme un indicateur d'accès à l'information pour l'adoption des aménagements antiérosifs (respectivement 47,30%). Les agriculteurs ont été invités à préciser leur source d'information sur les techniques de CES. (Figure 8).

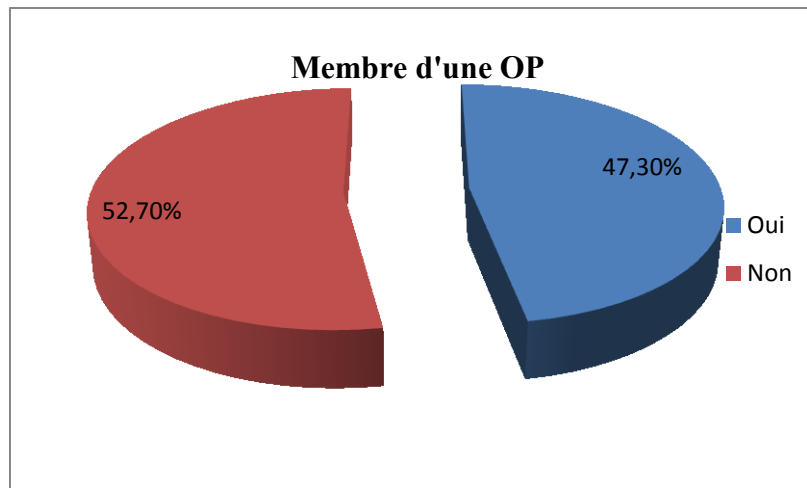


Figure 8 : Répartition des chefs de ménages selon leur appartenance à une organisation paysanne.

❖ Perception

Les résultats des données de l'enquête montrent la perception qu'ont les chefs de ménages sur les différentes techniques pratiquées des sites d'étude. Dans cet échantillon 31,10% des chefs de ménages perçoivent que les techniques de CES permettent de lutter contre l'érosion, 26,30% trouvent que leur mise en place est difficile et enfin 21% affirment qu'elles améliorent les rendements et sont faciles à réaliser (**Figure 9**).

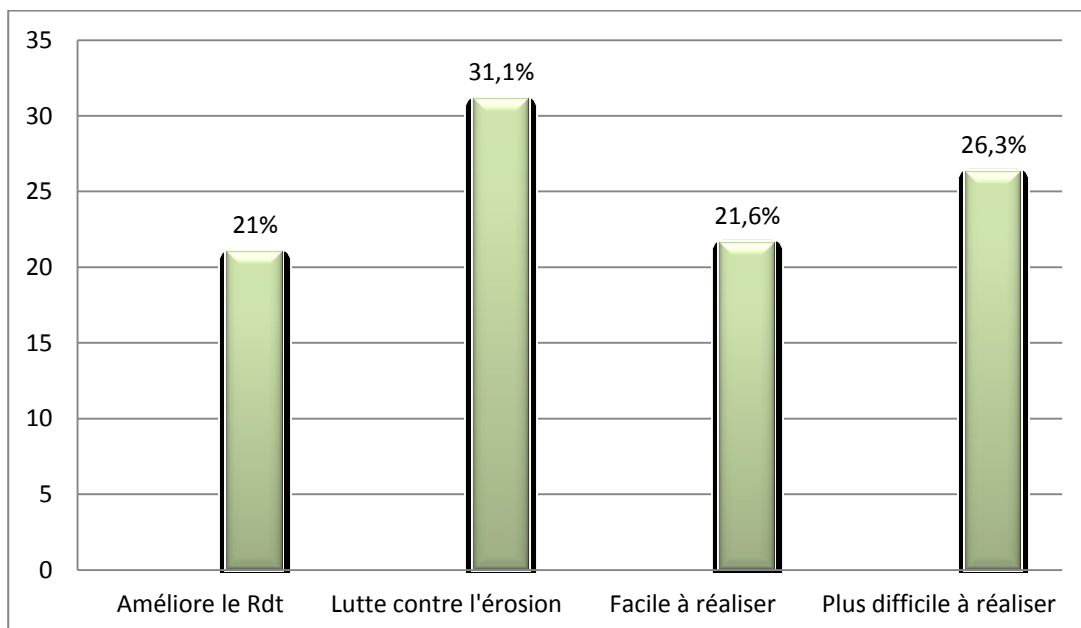


Figure 9 : Perception des chefs de ménages sur les différentes techniques utilisées.

❖ Superficies exploitées

Il ressort de l'analyse que les superficies exploitées par les chefs de ménages dans la zone d'étude sont comprises entre 1 et plus de 5 ha. Dans cet échantillon, 43% des producteurs ont des

superficiés comprises entre 2 à 3 ha, 30% ont plus de 5 ha suivi de 15% entre 3 à 4ha et enfin 12% ont moins de 2 ha (**Figure 10**).

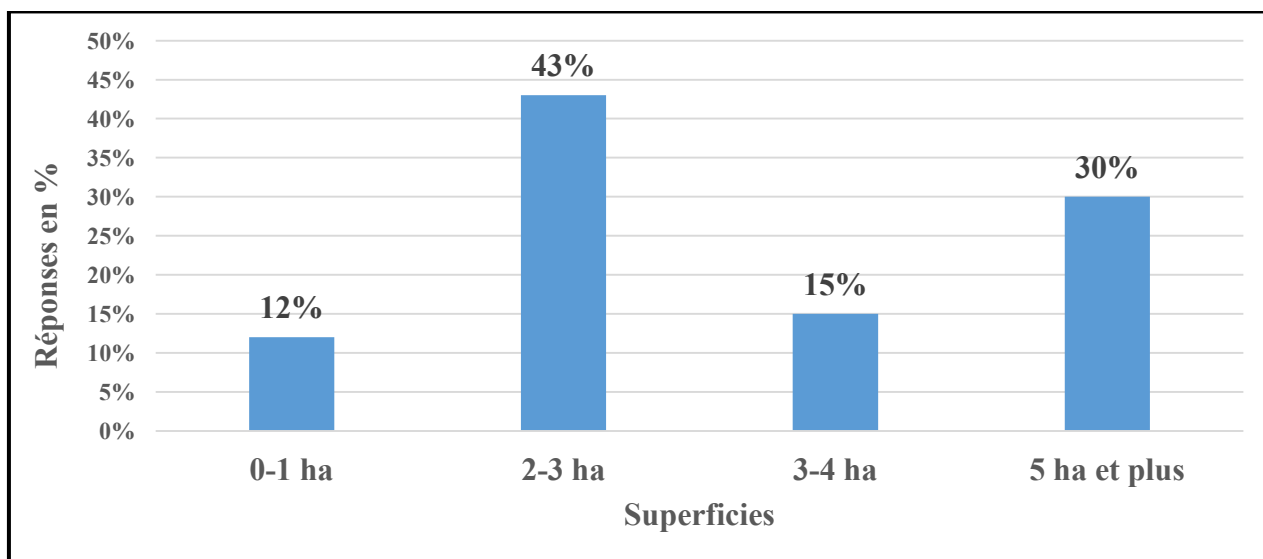


Figure 10: Répartition des superficiés exploitées en fonction des ménages.

❖ Techniques utilisées

Les résultats des données de l'enquête montrent les différentes techniques utilisées des sites d'étude. Dans cet échantillon 44% des chefs de ménages adoptent les cordons pierreux, suivi du zaï 24%, « zaï et des cordons pierreux » 16%. Les autres techniques, à savoir les digues filtrantes (6%), les bandes enherbées (2%) et les haies vives (8%) sont les moins pratiquées par les chefs de ménages échantillonnés (**figure 11**) ci-après.

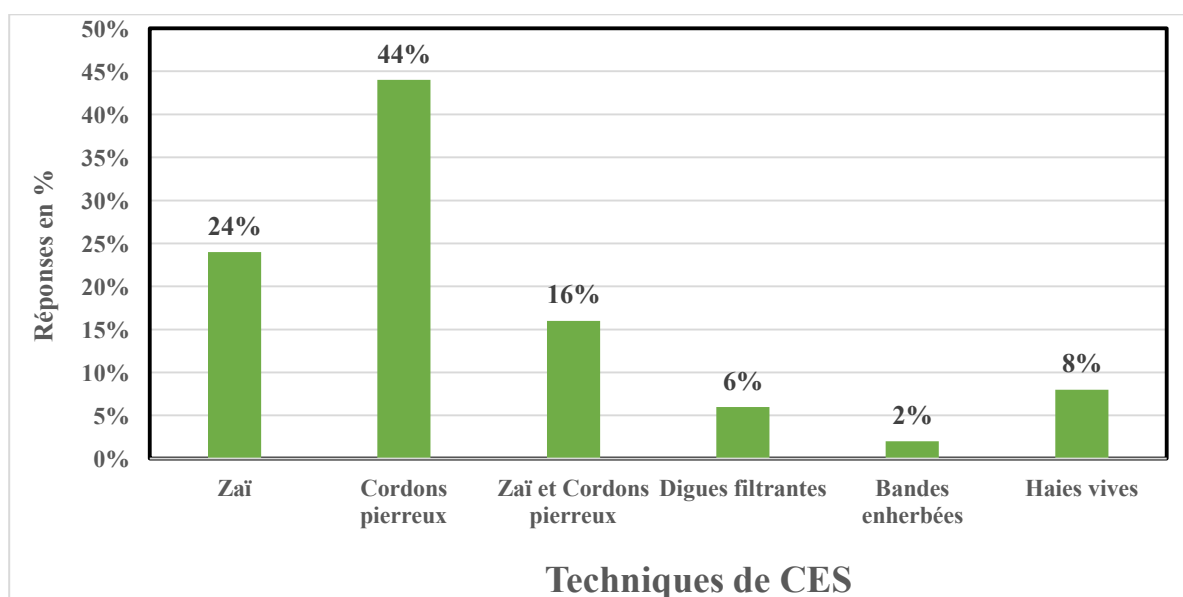


Figure 11: Techniques identifiées dans la zone d'étude.

❖ Appui

L'assistance agricole (aide en charrue, intrants, etc.) s'est manifestée par plusieurs types d'appui : (a) technique (agents du projet), (b) financier (crédit matériel, crédit argent, don, subvention provenant des projet/ONG) ou (c) autre (ateliers de formation gratuits).

En ce qui concerne les programmes de soutien aux producteurs, 42,50 % des répondants ont déclaré n'avoir pas bénéficié du programme des ONG, projets au cours de l'année précédente pour la mise en place des techniques de CES. Il faut signaler que 25,10% des producteurs ont reçu des dons, suivi de 21,60% de crédit (crédits matériel et argent). Seulement 4,20% ont été formé (atelier, colloque, etc.), (**Figure 12**).

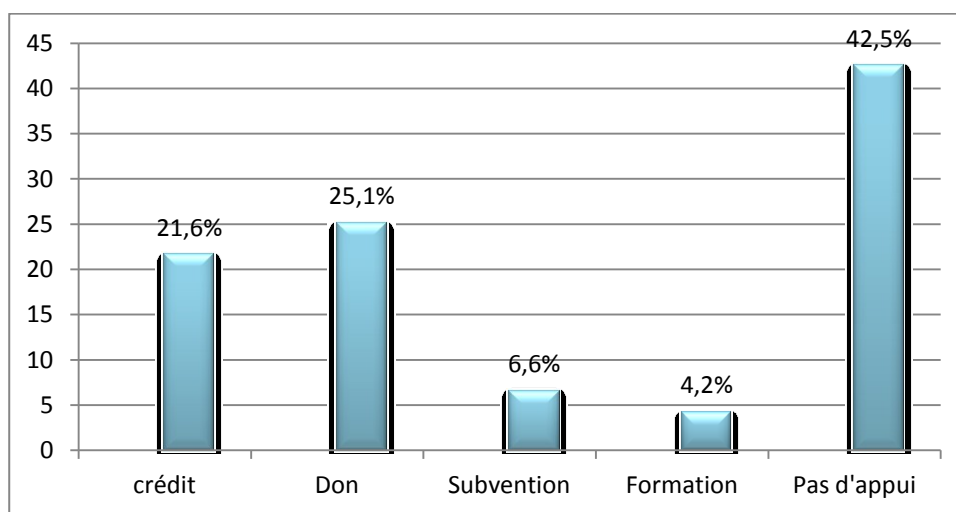


Figure 12: Répartition des chefs de ménages en fonction des appuis reçus.

4.1.2. Résultats de l'analyse des déterminants de l'adoption du zaï et des cordons pierreux

4.1.2.1. Résultat de l'estimation du modèle d'adoption du zaï

A différents seuils de probabilité, la majorité des coefficients du modèle probit ne sont significatifs. Ainsi les résultats de l'estimation du modèle (Tableau III) montrent que les variables SUPERF (superficie) et MBRE-OP (Membre d'une organisation paysanne) sont significatives respectivement aux seuils de 1% et de 5%.

L'appartenance à une organisation paysanne est positivement corrélée avec la variable expliquée (adoption du zaï). C'est-à-dire un producteur membre d'une OP a plus de chances d'adopter la technique. La superficie est négativement corrélée avec la variable expliquée. C'est-à-dire plus la superficie est grande moins il a la chance de ne pas adopter la technique. Enfin les autres variables ne sont pas significatives.

Tableau III: Coefficients de la régression du modèle d'adoption du zaï.

Variables	Coefficients	Erreur Standard	Wald	Signification
AGES	106,835	6897,562	0,000	0,988
SEXE	1,182	0,943	1,574	0,250
STATEXP	-0,664	0,858	0,494	0,482
NIVINST	2,352	5522,156	0,000	1,000
MBRE-OP	1,120	0,650	2,967	0,085**
FORMAT	163,509	5445,496	0,001	0,976
MAT-AGRI	-0,881	1,427	0,339	0,560
PERCEPT	0,097	1,112	0,008	0,931
APPUI	- 82,513	3270,883	0,001	0,980
SUPERF	- 83,489	7873,447	0,000	0,999***
NBACTIF	-0,317	1,045	0,92	0,762
CONSTANTE	- 557,840	18517,289	0,001	0,976

*** : significatif au niveau 1% ; ** signification à 5%, Prédiction : 97%.

4.1.2.2. Résultat de l'estimation du modèle d'adoption des cordons pierreux

Les coefficients du modèle d'adoption des cordons pierreux sont en majorité significatifs au seuil de 5%. Ainsi les résultats de l'estimation du modèle (Tableau IV) montrent que seule la variable (âge) est significative au seuil de 5%. Il est statistiquement correct d'affirmer que cette variable est corrélée positivement avec la variable expliquée (adoption des cordons pierreux). Plus les chefs de ménages sont âgés, plus ils ont de forte chance d'adopter les cordons pierreux. Les autres paramètres ne sont pas statistiquement significatifs.

Tableau IV: Coefficients de la régression du modèle d'adoption des cordons pierreux

Variables	Coefficients	Erreur Standard	Wald	Signification
AGES	1,426	0,562	6,434	0,011**
SEXE	0,897	0,797	1,268	0,260
STATEXP	-0,204	0,768	0,071	0,790
MBRE-OP	0,317	0,545	0,338	0,561
PERCEPT	-0,104	0,920	0,013	0,910
MAT-AGRI	0,567	1,323	0,184	0,668
SUPERF	-0,636	0,629	1,021	0,312
APPUI	0,669	0,837	0,698	0,404
FORMAT	0,323	0,386	0,703	0,402
NBACTIF	0,537	0,377	2,027	0,154
NIVINST	-0,129	0,360	0,130	0,719
CONSTANTE	-0,644	0,828	0,605	0,437

** : significatif au niveau 5%, Prédiction : 67%

4.1.2.3. Résultat de l'estimation du modèle d'adoption du zaï et des cordons pierreux

A différents seuils de probabilité, la majorité des coefficients du modèle probit ne sont pas significatifs. Les résultats de l'estimation du modèle (Tableau V) montrent que les variables MAT-AGRI (matériel agricole) et SUPERF (superficie) sont significatives au seuil de 1%. Les matériels agricoles sont positivement corrélés avec la variable expliquée (adoption du « zaï et des cordons pierreux ». C'est-à-dire plus le producteur est équipé et plus il a de forte chance d'adopter cette technique. La superficie est négativement corrélée avec la variable expliquée. C'est-à-dire plus le producteur a une surface importante, moins il y a de chance d'adopter cette technique. Les autres paramètres ne sont pas statistiquement significatifs quel que soit le seuil.

Tableau V: Coefficients de la régression du modèle d'adoption du zaï et des cordons pierreux

Variabes	Coefficients	Erreur Standard	Wald	Signification
AGES	-0,461	1,511	0,093	0,760
SEXE	1,100	0,967	1,487	0,580
STATEXP	1,665	1,083	2,335	0,223
NIVINST	0,546	1,250	0,190	0,663
MBRE-OP	-1,024	0,699	2,146	0,143
FORMAT	0,798	1,454	0,301	0,583
MAT-AGRI	18,313	27785,019	0,000	0,999***
APPUI	-0,228	1,400	0,027	0,871
SUPERF	-15,594	7737,104	0,000	0,999***
PERCEPT	0,817	1,097	0,546	0,460
NBACTIF	-0,719	1,300	0,306	0,580
CONSTANTE	11,511	5014,871	0,000	0,998

*** : significatif au niveau 1%

Prédiction : 98,2%

Cependant, il faut noter que certaines variables présentes dans le modèle n'ont pas d'effets significatifs sur l'adoption du zaï et des cordons pierreux, même si elles influencent positivement ou négativement sur les variables dépendantes. Il s'agit de la formation, la perception et le niveau d'instruction (ANNEXE III).

Les résultats sur le terrain ont montré qu'on ne peut pas penser environnement en dehors de l'action des sociétés qui occupent, transforment et gèrent un espace. Une action environnementale en matière de CES aura donc plus de chance d'aboutir seulement si les populations locales ont un intérêt objectif à modifier leurs anciennes pratiques. Comment peut-on quantifier l'effet des facteurs explicatifs du transfert de ces techniques de conservation des eaux et des sols ?

CHAPITRE V. DISCUSSIONS

Avec le modèle probit, les coefficients des variables indépendantes ne sont pas directement interprétables. La seule information directe facilement utilisable est le signe des coefficients estimés. Un signe négatif indique que la variable associée réduit la probabilité d'adoption des technologies de conservation des eaux et des sols. Un signe positif indique que la variable exogène augmente cette même probabilité d'adoption (Neupane *et al.*, 2002).

5.4.1. Age

Les résultats montrent qu'il est déterminant pour l'adoption des cordons pierreux, mais il n'a pas d'effet sur le zaï ni sur le « zaï et les cordons pierreux ». Une des composantes de la théorie du capital humain est l'âge. Selon cette théorie, les jeunes chefs de ménage ont une plus grande chance d'être instruits et donc sont mieux disposés à l'adoption des innovations technologiques. En pratique (à travers les résultats des tableaux III et IV), nous remarquons que cette théorie n'est pas vérifiée au niveau du zaï et des cordons pierreux, contredisant ainsi notre hypothèse de travail. Ce résultat signifie que les chefs de ménages les plus âgés sont les plus disposés à l'adoption du zaï. En nous fondant sur l'histoire du zaï, nous pouvons dire que les chefs de ménages les plus âgés sont plus disposés à adopter des techniques nouvelles s'appuyant sur leurs anciennes pratiques.

Au niveau de l'âge, les résultats de certaines études ont démontré que les producteurs agricoles plus expérimentés et âgés étaient généralement davantage réticents à adopter des méthodes de conservation puisqu'ils avaient tendance à minimiser l'impact des problèmes environnementaux (Richer *et al.*, 1995), cité par (Groulx-Tellier, 2012). D'autres auteurs en sont par contre arrivés à des conclusions différentes suggérant plutôt que c'est l'utilisation de différentes technologies et le contexte même de production qui influençaient le choix des producteurs agricoles et non leur âge (Mitchell, 2006). Il faut cependant souligner qu'il y a souvent une corrélation entre un individu plus âgé et la faible utilisation de nouvelles technologies.

D'une façon générale l'âge n'est pas un déterminant de l'adoption des techniques de CES. Ce résultat s'explique par le fait que la lutte contre la dégradation des sols dans le cercle de Bankass n'est pas une question d'âge mais plutôt une question de survie qui est également fonction de l'expérience accumulée.

L'influence négative de l'âge sur l'adoption « zaï et cordons » dans la présente étude est conforme avec les conclusions d'une étude au Kenya (Odera *et al.*, 2000), qui rapporte que l'âge influence négativement l'adoption de pratiques de conservation et de restauration des sols. Ce résultat est également en accord avec des études en Ethiopie (Bekele et Holden, 1998); au Mexique

(Ubertino, 2015) ; au Québec par (Groulx-Tellier, 2012) et au Burkina Faso (Dibouloni, 2004). La probabilité d'adoption plus élevée chez les jeunes agriculteurs peut s'expliquer par la tendance de ces derniers à être plus novateurs en raison de leurs horizons de planification sur le plus long terme (Ervin *et al.*, 1982).

5.4.2. Sexe

Les résultats montrent qu'il est influence positivement l'adoption des trois techniques. Le coefficient positif pour le sexe pour l'adoption des trois techniques de CES indique que les femmes ont plus tendance à utiliser ces techniques que les hommes. Ces résultats corroborent avec une étude menée au Mexique (Ubertino, 2015). L'influence positive du sexe contredit les résultats d'une étude menée au Bénin (Adeoti *et al.*, 2002), qui rapporte que la variable sexe influence négativement la probabilité d'adopter une nouvelle technologie.

Les hommes ont plus accès à l'information et aux intrants comparés aux femmes (Dey, 1981). Ils auraient une plus grande probabilité d'adopter les technologies par rapport aux femmes à cause de ces facteurs qui facilitent l'adoption.

5.4.3. Statut de l'exploitant

Cette variable n'a pas eu l'effet attendu pour l'adoption du zaï et des cordons pierreux. Elle a un effet négatif. Par contre elle a un effet positif sur l'adoption du « zaï et cordons pierreux ». Ce résultat est en accord avec une étude menée au Burkina Faso (Sibone, 2012).

5.4.4. Niveau d'instruction

Une autre composante de la théorie du capital humain est le niveau d'éducation. Certains auteurs choisissent de mesurer cette variable par le nombre d'années passées dans un établissement d'enseignement (Mcbride *et al.* 2001) ; d'autres comme (Stone *et al.*, 1997), l'utilisent en tant que variable qualitative. Dans tous les cas, cette variable est supposée améliorer la probabilité d'adoption des techniques de CES. Cette hypothèse est vérifiée pour deux des trois techniques, car il existe une relation positive entre l'adoption de ces techniques et le niveau d'éducation. Elle a un effet négatif sur cette technique Ce résultat contredit les nôtres. Les techniques que nous avons étudiées ne requièrent pas une telle maîtrise, c'est ce qui pourrait expliquer que le niveau d'éducation ne soit pas déterminant pour l'adoption des cordons pierreux.

Selon Feder *et al.*, (2003), le niveau d'instruction accroît la capacité de compréhension de l'information concernant la nouvelle technologie. Les producteurs de niveau d'instruction plus élevé sont les adoptants potentiels (Strauss *et al.*, 1991 ; Feder *et al.*, (2003). On s'attend donc à un effet positif de l'éducation sur la probabilité d'adoption, ce qui n'est pas conforme aux résultats

d'une étude conduite au Mexique par (Ubertino, 2015), qui montrent que l'éducation produit un effet négatif sur l'adoption des pratiques de conservation des sols.

Le niveau d'éducation de l'exploitant est généralement reconnu comme favorisant l'adoption d'innovations intensives en capital humain (Sauer et Zilberman, 2009) cité par (Roussy *et al.*, 2015). Même si certains travaux ne trouvent pas de relations significatives entre l'éducation et l'adoption (Knowler et Bradshaw, 2007), on peut considérer que les exploitants les plus éduqués disposent de plus d'informations leur permettant de mieux évaluer l'innovation et ainsi de limiter leur niveau d'incertitude.

5.4.5. Formation sur les techniques de CES.

Elle influence positivement l'adoption des techniques de CES par les populations paysannes. Elle a eu un effet positif. Ce résultat s'expliquerait en ce qui concerne les cordons pierreux et le «zaï et les cordons pierreux» par le minimum de connaissance requis pour la mise en place de ces ouvrages notamment la détermination des courbes de niveau. De même, la formation en elle-même peut susciter une application pratique de la part du paysan en guise de test, ce qui peut conduire à terme à l'adoption de la technique.

Notons toutefois que cette formation formelle (faite par les projets, les ONG ou les services de l'agriculture) ou informelle (faite par certains paysans innovateurs) est généralement gratuite, ce qui pourrait avoir comme effet de rendre les connaissances sur les techniques plus accessibles. Nous pouvons dire en ce qui concerne le zaï que le résultat semble logique. Il confirme notre hypothèse selon laquelle la formation en tant qu'expérience du paysan favorise l'adoption des techniques de CES. Ce résultat signifie dans ce cas que l'adoption du zaï ne requiert pas une certaine expérience en matière de technique de CES ou que la mise en place du zaï ne requiert pas beaucoup de connaissances techniques. Il existe également très peu de groupement ou d'association faisant la promotion du zaï dans la zone.

Ces résultats peuvent également traduire au-delà de l'intérêt de la formation, l'espoir de bénéficier des avantages «d'accompagnement» que de nombreux projets accordent aux bénéficiaires des formations. Ce résultat est en accord avec des études au Mexique (Ubertino, 2015) et au Burkina Faso (Dibouloni, 2004).

Or la formation de façon générale permet de diminuer les risques de production grâce à l'optimisation des intrants utilisés et à l'application des conseils (Cheryl R. Doss *et al.*, 2001). Les individus formés deviennent moins vulnérables aux risques et leur décision d'adoption s'exerce sans difficulté. Ainsi en tant que capital humain la formation augmente la capacité des paysans à opérer leur choix.

5.4.6. Superficie exploitée

Elle influence négativement l'adoption du zaï et cela confirme notre hypothèse. La technique du zaï requiert une certaine main d'œuvre suivant la taille de la parcelle. De plus, cette technique est appliquée annuellement contrairement aux cordons pierreux qui, une fois mis en place a une durée de vie de plus de 15 ans. Lorsque la terre accumulée entre deux rangées successives de cordons pierreux devient importante, les paysans déplacent ces rangées de sorte à pouvoir traiter plus de surfaces. Pour traiter autrement plus de surface, le paysan est alors obligé d'augmenter le nombre de rangées de cordons pierreux dans la parcelle. C'est pourquoi la taille de l'exploitation est positivement liée à l'adoption des cordons pierreux. Une étude menée par Aklilu et Jan, (2006), en Ethiopie sur l'adoption des cordons pierreux indique une corrélation positive entre cette variable et l'adoption de la technique. Ces résultats sont en contradiction avec les nôtres.

Lorsque le zaï et les cordons pierreux sont combinés, l'espacement entre les cordons pierreux est toujours réalisable. Mais compte tenu des exigences annuelles en main d'œuvre pour le zaï, cet espacement ne peut être accompagné de nouveaux trous. Les paysans préfèrent réaliser le zaï sur une portion de la parcelle et l'année suivante ils creusent seulement sur la portion n'ayant pas été traitée. C'est pourquoi la superficie totale exploitée n'est pas déterminante pour l'adoption des techniques de CES. Ces résultats corroborent de celui de Dibouloni (2004) au Burkina Faso, qui montre que la superficie a une influence incidence négative tant sur l'adoption du zaï que des cordons pierreux. Elle révèle que c'est la disponibilité de la terre qui a une incidence négative sur l'adoption de ces techniques. Le zaï, considérée comme une technique de récupération des terres dégradées peut être perçue comme une technique ayant un caractère extensif car pour accroître ses superficies, le chef de ménage doit récupérer les terres disponibles qui sont hélas dégradées. Nos résultats montrent que le zaï en plus d'être une technique de récupération des terres fortement dégradées a un caractère intensif puisqu'elle n'est pas adoptée lorsque le paysan n'a pas de contrainte sur la superficie exploitée (c'est-à-dire lorsqu'il a la possibilité d'augmenter ses superficies).

Certain élément de la structure des exploitations, comme la superficie cultivée, a un effet positif sur l'adoption des aménagements antiérosifs. Les Dogons sont originaires des falaises où les aménagements des parcelles avec des cordons pierreux sont des pratiques anciennes. Les exploitations ayant le plus de main d'œuvre adoptent davantage les aménagements antiérosifs, car leur réalisation (cordons pierreux et zaï) demande une forte mobilisation de la main d'œuvre. Parmi les producteurs sondés, la majorité des producteurs avaient des parcelles fragmentées, mais les résultats indiquent que le morcellement des terres n'a pas été un obstacle à l'adoption des pratiques agricoles. Dans un autre contexte, Bizimana *et al.*, (2002) ont montré que la

fragmentation des terres peut être le reflet d'une insécurité foncière et que cette insécurité peut décourager les producteurs à faire des investissements. Cependant, il semblerait que le régime foncier communal des zones rurales maliennes en garantissant des droits de hache atténué l'effet négatif que le morcellement de terres pourrait avoir sur l'adoption.

5.4.7. Matériel agricole

Cette variable influence positivement l'adoption du « zaï et des cordons pierreux ». D'une façon générale, les matériels agricoles sont déterminants pour l'adoption des cordons pierreux et « zaï et cordons pierreux ». Nous notons une relation positive entre l'adoption des techniques de CES et la valeur du matériel agricole. Ces résultats confirment notre hypothèse qui sous-tend que l'amélioration du niveau d'équipement favorise l'adoption des techniques de CES et confirment les résultats trouvés par (Kazianga et Masters, 2001) sur ces trois techniques au Burkina Faso. Au vu de ces résultats, il semblerait que l'adoption de ces techniques ne requiert pas un important matériel. La matière première pour les cordons pierreux (les moellons) est facilement accessible par les paysans à cause de la proximité des champs le long des falaises. C'est pourquoi la majorité des chefs de ménages ont adopté les cordons pierreux surtout dans la commune de Kani-Bonzon. Lorsque le ménage dispose de charrettes et de brouettes (matériels couramment utilisés), il augmente sa chance d'adoption des techniques de cordons pierreux.

Ces matériels influencent par contre négativement les décisions d'adoption du zaï. Le zaï pratiqué actuellement sur toute l'étendue de notre zone d'étude est un zaï manuel qui utilise du matériel comme la daba, les marteaux et la barre-à-mine. Ces matériels sont présents dans la plupart des ménages enquêtés. Les projets et les ONG subventionnent ou font des dons matériels agricoles souvent aux groupements ou les associations pour le transport des cailloux ce qui contribue à expliquer nos résultats.

Par rapport aux deux autres techniques, les cordons pierreux permettent de traiter de grandes superficies. De plus la possibilité de traiter de grandes superficies à l'aide des cordons pierreux suppose une certaine richesse du paysan et donc la possibilité de travailler le sol ainsi traité avec le matériel aratoire. Les sols où le zaï est appliqué sont généralement plus dégradés que ceux où est appliquée la technique des cordons pierreux, ce qui ne facilite pas le travail du sol pour le cas du zaï. De même, les trous de zaï sont généralement effectués en quinconce, ce qui ne permet pas le passage du matériel aratoire expliquant son influence négative sur l'adoption de cette technique

5.4.8. Appartenance à une organisation paysanne

L'appartenance à une organisation paysanne (groupement ou association) a un impact positif sur la probabilité d'adoption du zaï et des cordons pierreux et négatif sur le « zaï et cordons pierreux. Le

seuil de signification de 5% prouve que l'appartenance à une organisation paysanne est déterminante pour l'adoption du zaï et des cordons pierreux. Ces résultats concordent avec ceux d'autres études (Ali *et al.*, 2007; Kassie *et al.*, 2013; Rodriguez et Arriaza, 2013) qui montrent que les groupes sociaux permettent aux producteurs d'avoir accès à des informations et de partager des expériences qui facilitent le processus d'adoption.

D'autres éléments liés au capital social des producteurs pourraient aussi expliquer l'effet positif de l'appartenance à une organisation. Par exemple, les producteurs qui sont membres de coopératives participent à des réunions mensuelles durant lesquelles des problématiques locales sont abordées. D'autres études ont montré que ces types de partages informels d'informations et d'expériences peuvent favoriser l'adoption de nouvelles pratiques par les producteurs (Ali *et al.*, 2007; Rodríguez-Entrena et Arriaza, 2013).

Ces résultats corroborent aussi les travaux effectués au Burkina Faso (Kinane, 2002) ; Dibouloni, 2004 ; Kini, 2007). Dans une organisation paysanne, le paysan a la possibilité d'observer le travail fait par ses voisins ou par les membres de sa famille, ce qui constitue un tremplin pour les tests et l'amélioration des connaissances sur ces techniques. De plus, la force de travail pouvant manquer à certains d'entre eux (les membres de l'organisation), ce handicap est vite comblé par le système d'entraide couramment pratiquée en société dogon. Cependant, le paysan peut juste adopter la technique parce que les autres membres en font de même (effet de groupe). Dans tous les cas cela est déterminant pour l'adoption des cordons pierreux et du zaï. Nous pouvons donc dire tout comme (Goldstem et Udry, 1999) que le mode d'apprentissage social des techniques par les paysans est important pour leur adoption. Les facilités d'accès au crédit et au matériel sont également des facteurs qui pourraient expliquer pourquoi cette variable est déterminante pour l'adoption des cordons pierreux et du zaï. Enfin, la mise en place du zaï peut se faire de façon individuelle (sans travaux communautaires) chaque année. Il existe cependant une relation positive entre l'appartenance à une organisation paysanne et l'adoption des cordons pierreux.

Par exemple, l'appartenance à un groupement de producteurs pouvait éventuellement conférer d'autres avantages, comme un meilleur accès aux financements et aux intrants. De même, les agriculteurs qui appartenaient à un réseau social plus innovant pouvaient également être mieux informés sur d'autres technologies bénéfiques.

Enfin en milieu rural cette appartenance permet d'affermir les formes de solidarité et d'assistance et permet de combler le vide consécutif à la destruction des anciennes structures. A priori, elle favorise la diffusion d'une innovation. Les résultats confirment cette hypothèse et montrent que cette variable est déterminante pour l'adoption des cordons pierreux et du zaï. Ainsi, être ou ne pas être membre d'une association paysanne n'augmente pas la chance d'adoption des cordons

pierreux et du zaï. Trois raisons permettent d'expliquer cela. La première semble liée à l'histoire de la vulgarisation des techniques de CES dans la région. Elle avait été pilotée par plusieurs organismes avec des méthodes d'interventions sensiblement différentes. Pendant cette phase les personnes bénéficiaires étaient relativement en nombre important.

La seconde explication possible est relative à la diffusion massive de l'information à l'aide de l'antenne locale de radiodiffusion qui, à notre sens a touché beaucoup de ménages.

Enfin il faut noter le principe de la connaissance transmise au sein même des ménages qui permet aux ménages nouvellement dépendants d'initier la pratique sans nécessairement appartenir à une organisation paysanne.

5.4.9. Perception

L'érosion du sol est un phénomène insidieux et lent. Seulement, les paysans ont besoin de percevoir l'acuité de l'érosion et son impact négatif sur les rendements. La perception de l'érosion du sol et de son impact négatif sur les rendements permet, théoriquement, d'accroître la probabilité d'adoption des techniques de conservation des eaux et des sols. En pratique, les résultats des tableaux III et V confirment cette hypothèse et les résultats obtenus par (Shiferaw et Holden 1998), à Andit Tid en Ethiopie. Cela signifie que l'adoption de ces techniques est positivement influencée par la perception. Ces techniques sont généralement appliquées sur des sols où l'érosion est perceptible soit parce que ces sols sont fortement dégradés par l'érosion ou qu'ils sont sur un versant où le contrôle du ruissellement s'impose. La perception est déterminante pour l'adoption du zaï et du « zaï et cordons pierreux » mais pas pour les cordons pierreux. Lorsque les effets de l'érosion des sols deviennent perceptibles, le paysan entreprend de les arrêter soit avec les cordons pierreux soit avec le zaï. Suivant la sévérité de la dégradation, le paysan après avoir adopté l'une des deux techniques la combine avec l'autre pour maintenir ou accroître les capacités productives du sol. Pour les cordons pierreux, le désir d'obtenir des résultats immédiats conformément aux objectifs du paysan fait que d'autres techniques comme le zaï sont préférées pour traiter les sols sévèrement érodés. Dans tous les cas nous pouvons conclure tout comme Swinton et Gebremedhin (2001), que la perception de la sévérité de l'érosion et la nécessité de la traiter est une condition nécessaire mais non suffisante pour un investissement en technique de CES de la part du paysan.

En effet la perception d'une technologie par les producteurs peut influencer son adoption (Aklilu et Jan, 2006). Une étude menée par ces auteurs en Ethiopie sur l'adoption des cordons pierreux indique une corrélation positive entre cette variable et l'adoption de la technique. Ces résultats sont en contradiction avec les nôtres. L'adoption des pratiques de conservation dépend des régions

et des caractéristiques socio-économiques des producteurs (Lapar et Pandey, 1999). Les probabilités d'adoption des techniques de conservation des eaux et des sols sont faibles si les producteurs n'en tirent pas un bénéfice à court terme (Zoungrana, 2004). La connaissance par le CM des problèmes d'érosion sur ses parcelles a favorisé l'adoption des aménagements, ce qui rejoint les résultats d'une étude conduite au Népal par (Krishna et *al.*, 2008) qui, en utilisant un modèle logit, a établi que les agriculteurs de la région centrale de ce pays, conscients de ces problèmes, sont plus aptes à investir dans des techniques de conservation des sols. En effet, les agriculteurs du centre Mali ont conscience de l'état de leurs sols à partir de critères visibles (flore, faune, état de surface, texture, couleur) et économiques (productivité du travail et productivité de la terre). Ce résultat est en conformité avec les résultats d'une étude menée au Cameroun (M'biandoun et Olina, 2007 ; Mbetid-Bessane *et al.*, 2006).

5.4.10. Nombre d'actifs

D'après les résultats des tableaux III et V le nombre d'actifs n'est pas déterminant pour l'adoption des « cordons pierreux et zaï » et du zaï. De façon globale le nombre d'actifs du ménage a un effet positif sur l'adoption des cordons pierreux. Par contre son effet est négatif sur l'adoption du zaï et du « zaï et cordons pierreux ». Ce résultat est en conformité avec une étude menée au Mexique par (Ubertino, 2015) qui a montré que la variable « actifs du ménage » influence négativement pour la catégorie des pratiques de conservation des sols. La main-d'œuvre ne semblerait pas être une contrainte pour l'adoption de ces deux techniques de CES. D'une façon générale la main-d'œuvre a tendance à influencer positivement l'adoption des cordons pierreux. Le zaï requiert peu de main-d'œuvre par rapport aux cordons pierreux.

Mais la pratique du zaï est annuelle alors qu'une fois la mise en place des cordons pierreux terminée, le ménage peut les utiliser sur plus de 15 ans suscitant ainsi l'intérêt des ménages ayant un grand nombre d'actifs.

5.4. 11. Appui

Le coefficient de cette variable a un effet négatif sur l'adoption du « zaï et cordons pierreux » et du zaï, par contre influence positivement sur l'adoption des cordons pierreux. Ce résultat n'est pas conforme à ceux de Kinane (2002 et Pare (2003) qui trouvent ces mêmes déterminants significatifs aux mêmes seuils lors des études menées respectivement dans le Yatenga et dans le Boulkiemdé.

Les soutiens mutuels entre familles, qui représentent une forme de capital social, permettent aux producteurs de mieux gérer les risques liés à la production de céréale ce qui les incite à investir dans leurs parcelles. Dans les zones céréalières du cercle de Bankass les ménages participent aussi

à des travaux collaboratifs entre les membres d'une même famille ce qui augmente l'offre de travail disponible pour mettre en œuvre les pratiques agricoles. Ces résultats concordent avec ceux d'autres études (Kassie *et al.*, 2013; Teklewold *et al.*, 2013), qui montrent que les réseaux de parenté facilitent l'adoption de nouvelles pratiques.

Plusieurs facteurs peuvent expliquer ce phénomène. En premier lieu, les critères d'admissibilité ainsi que les montants versés par les programmes, projets/ONG ont tendance à changer régulièrement et cette absence d'une politique stable augmente le niveau d'incertitude des producteurs ce qui les décourage à investir.

5.5. Identifications des contraintes:

Ces identifications sont faites à partir des analyses précédentes et des observations de terrain.

5.5.1. Principales contraintes liées à l'adoption du zai:

- La faiblesse du cheptel et du revenu des ménages. Elle a un double impact négatif car elle limite l'accès aux fertilisants organiques. De plus l'attrait que la ville exerce sur les actifs potentiels des ménages qui vont en quête d'emploi rémunérateur ;
- La superposition des mesures de CES ainsi que la pratique des anciennes pratiques de conservation des eaux et des sols. Ces dernières ont l'avantage de ne comporter aucun risque et elles sont relativement faciles ;
- La marginalisation résultant d'un nouveau système de fonctionnement au sein des villages caractérisé par une destruction des formes de solidarité villageoise. La faiblesse du niveau de formation ce qui accroît leur vulnérabilité.

5.5.2. Principales contraintes liées à l'adoption des cordons pierreux:

Elles sont liées aux variables qui précèdent ainsi qu'aux contraintes du milieu. Les principales sont:

- La pénurie de la main d'œuvre surtout pour les ménages au sein desquels le chef du ménage est en âge avancé et au sein desquels les autres membres ont moins de 15 ans ;
- Le manque de matériels de transport et d'animaux destinés à la traction des moellons ;
- L'absence de formation et de suivi de la plupart des individus et les résultats peu satisfaisants.

Ces contraintes peuvent être levées au point de faire des méthodes de lutte anti-érosive de véritables techniques de production.

CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Notre étude s'est déroulée en zone sahélo-soudanienne (région de Mopti), marquée par une dégradation importante des ressources naturelles. Elle avait pour objectif de comprendre les facteurs influençant l'adoption des techniques de CES pour les producteurs du cercle de Bankass. Il s'agissait alors d'analyser les facteurs susceptibles d'influencer l'adoption des technologies de CES. Pour atteindre cet objectif une évaluation statistique et économétrique a été retenue pour quantifier et identifier l'effet des variables explicatives sur la probabilité d'adopter le zaï et les cordons pierreux. Les signes des coefficients indiquent l'effet de chaque variable explicative sur la variable expliquée. Le modèle probit a été choisi parce qu'il reflète aussi bien l'utilisation des variables quantitatives que qualitatives. L'estimation des paramètres a été faite par la méthode de maximum de vraisemblance.

Diverses techniques de CES ont été mis en pratique par la recherche afin de contribuer à accroître les rendements. Les principaux objectifs de notre étude étaient:

- Identifier les techniques de conservation des eaux et des sols dans le cercle de Bankass ;
- Identifier les facteurs déterminants l'adoption des technologies de CES dans le cercle de Bankass ;
- Déterminer les facteurs socio-économiques à l'adoption des techniques au niveau des exploitations du cercle de Bankass.

Les données nécessaires à notre étude ont été collectées dans cinq villages de deux communes du cercle de Bankass (kani-Bonzon et Bankass) retenus pour l'enquête (Endé Toro, Endé Wo, Kani Kombolé, Walia et Ogotena). Ces villages ont été choisis en fonction de la population, de la diversité des pratiques agricoles, l'importance de l'activité agricole et surtout l'existence des techniques de CES assez représentatives. Par un tirage aléatoire et indépendant au sein de chaque village, 167 ménages ont été retenus pour notre étude.

L'analyse économétrique a permis d'identifier les variables qui sont susceptibles d'influencer l'adoption des techniques de CES. Le choix de pratiquer ou non les techniques de CES est influencé par des facteurs socio-économiques et environnementaux. Les variables identifiées comme ayant un impact significatif sur la probabilité d'adoption des technologies de CES sont : l'âge, l'appartenance à une organisation paysanne, la superficie et le matériel agricole. De façon positive nous avons la formation, la perception, le statut de l'exploitant et le niveau d'instruction. Une prise en compte raisonnable de ces variables dans un programme de développement pourrait contribuer à soutenir l'adoption des techniques de CES.

L'appartenance à une organisation paysanne est déterminante pour l'adoption des cordons pierreux. En revanche, les décideurs politiques, organisations sociales et producteurs ont plus de contrôle sur des variables au niveau de l'exploitation. A cet égard, des réformes politiques visant à organiser les producteurs au sein d'associations au travers desquelles des services de vulgarisation peuvent être offerts pourraient améliorer le taux d'adoption des bonnes pratiques agricoles. La formation reçue en cordons pierreux contribue de façon positive à améliorer l'efficacité de cette technique par l'accroissement des productions.

Ces différents résultats suggèrent d'abord un accroissement des capacités organisationnelles des paysans. Plus que le nombre d'hommes, c'est la qualité humaine qu'il s'agit de promouvoir à travers les groupements et associations traditionnelles. C'est-à-dire qu'il faut se baser sur les groupements secrétés par les traditions pour allier la solidarité et la créativité, l'esprit d'initiative et la responsabilisation pour protéger les sols. Ces associations peuvent donc servir à la promotion de techniques de CES adaptées à chaque région.

Compte tenu de l'importance de la Gestion Durable des Terres (GDT) dans la vie socio-économiques des populations rurales et leur rôle prépondérant dans la lutte contre la dégradation des terres, les bonnes pratiques sont à promouvoir. Pour cela nous recommandons:

- Faciliter la formation des paysans sur les techniques de CES surtout en ce qui concerne les cordons pierreux. La complexité de cette technique réside surtout dans la détermination des courbes de niveaux qui est l'un des facteurs déterminant l'efficacité de cette technique. Des outils peu coûteux et maîtrisables par les producteurs sont nécessaires pour atteindre cet objectif. A cet effet, les niveaux à eaux déjà vulgarisés dans le cercle permettent la détermination des courbes de niveaux par les producteurs ;
- Faciliter l'accès aux crédits ;
- Subventionner et faciliter l'accès aux intrants, équipements, etc. ;
- Agir par des programmes de développement sur les facteurs influençant l'adoption des techniques de CES ;
- Mettre à la disposition des Organisations Professionnelles Agricoles (OPA) des moyens techniques et financiers pour diffuser les technologies à la base.

En somme, pour que les paysans deviennent des véritables acteurs du développement rural et du secteur agricole, ils doivent être fortement représentés auprès des instances de décisions qui les concernent. Non seulement, leurs organisations doivent avoir une importante représentativité, mais également elles doivent fonder une structure solide assurément reconnue comme interlocuteur valable vis-à-vis des partenaires sociaux. En effet, seuls, les paysans ont une véritable capacité et un langage approprié dans la défense de leurs droits et intérêts fondamentaux.

En effet, la pauvreté rurale est un résultat même de l'attentisme et de l'exclusion sociale à grande échelle au détriment des paysans. Cette exclusion sociale prend souvent une forme de désinformation pour freiner le développement rural. L'atomisation des producteurs de céréales au Mali reste un problème majeur à surmonter.

Cependant, il faut noter une limite de cette étude que nous jugeons assez importante, dans la mesure où les données utilisées ont été obtenues par une enquête ponctuelle auprès des chefs d'exploitations. Il serait souhaitable de réaliser une autre étude sur un groupe cible pratiquant régulièrement la technologie, à travers un suivi-évaluation durant une période d'au moins trois ans pour confirmer la robustesse des résultats de la présente étude. L'adoption des techniques de conservation des sols peut différer par son intensification au niveau des exploitations. Une étude plus poussée pourrait s'intéresser également au comportement à la marge des pratiquants de la technologie par utilisation d'un autre modèle économétrique (Probit multivarié). Cette étude permettra de distinguer entre les chefs d'exploitation ceux qui pratiquent la technologie plus que les autres. L'étude suggère le développement et la vulgarisation des technologies suivant les types d'exploitation.

BIBLIOGRAPHIE

- Abou A. A., Hofs J. L. et Mergeai G., 2006.** Relever les défis environnementaux pour les filières cotonnières d’Afrique de l’Ouest et du Centre. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, **10** : 351-359.
- Adeoti R., Coulibaly O. et Tamo M., 2002.** Facteurs affectant l’adoption des nouvelles technologies du niébé *Vigna unguiculata* en Afrique de l’Ouest. Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin. Numéro 36 – Juin 2002, 18p.
- Adésina A. A., Mbila D., Nkamleu B. G. et Endamana D., 2000.** “Economic Analysis of determinants of adoption of alley farming by farmers in forest zone of southwest Cameroon”. In *Agriculture, Ecosystems & Environment*, pp 235-256.
- AEDD, 2010.** Cadre Stratégique d’Investissement pour la Gestion Durable des Terres au Mali, 10-20pp.
- Afomasse D., Arouna A. et Adegbola P., 2004.** Facteurs socio-économiques déterminant l’adoption des technologies de gestion durable de la fertilité des sols par les différents types d’exploitations agricoles des régions Centre et Nord du Bénin, 18p.
- Agenda 21, 1992:** Conférence des Nations Unies sur l’environnement et le développement à Rio, 87p.
- Aklilu A. et Jan de G., 2006.** Determinants of adoption and continued use of stone terraces for soil and water conservation in an Ethiopian high land watershed. *Ecological, economics*, 9p.
- Ali L., Mangheni N. M., Sanginga P. C., Delve R. J., Mastiko F. et Miiro R., 2007.** Social capital and adoption of soil fertility management technologies in Tororo district, Uganda. Dans A. Bationo, B. Waswa, J. Kihara et J. Kimetu (dir.), *Advances in integrated soil fertility management in sub-Saharan Africa: challenges and opportunities* (p. 947-954): Springer Netherlands, assumptions on timing of adoption. Submitted for presentation as a selected paper at the annual meeting of american agricultural economies association, Chicago, Illinois, August 5-8, 19p.
- Banque Mondiale-PNUD, 2014.** Les politiques agricoles à travers le monde : quelques exemples, 6p.
- Bekele S. et Holden S., 1998.** Resource degradation and adoption of land conservation technologies in the Ethiopian Highlands. A case study in Andit Tid, North Shewa. *Agric. Econ.*, **18**: 233-247.
- Bizimana C., Nieuwoudt W. L. et Ferrer S. R., 2002.** Factors influencing adoption of recommended farm practices by coffee farmers in Butare, southern Rwanda. *Agrekon*, 41(3), 237-248.

Blend R. et Van Ravenswaay K. O., 1997. Using ecolabeling to encourage adoption of innovative environmental technologies in agriculture . Department of agricultural economies, staff paper n° 97-19, Michigan state university, paper presented at the symposium "flexible incentives to promote the adoption of environmental technologies in agriculture", June-1 O, Gainesville, 45p.

Cimmyt, 1993. *The adoption of agricultural technology : a guide for survey design.* CIMMYT, Mexico, 86p.

Delville E. L., 2002. Quelles politiques pour l'Afrique rurale? Réconcilier pratiques, légitimité et légalité. Juin 2002, 473p.

Dey J., 1981. Gambian Women: unequal partners in rice development projects. J. Dev. 57p.

Doss C. R., 2006. Analyzing technology adoption using microstudies: limitations, challenges, and opportunities for improvement. *Agricultural Economics*, 34(3), 207-219.

Dibouloni J. B., 2004. Analyse de l'adoption des techniques du zaï et des cordons pierreux dans les régions du Centre et Centre-sud. Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme d'ingénieur du développement rural à l'Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso (U.P.B) au Burkina Faso, 120p.

Doro T., 1991. La conservation des eaux et des sols au Sahel: l'expérience de la province du Yatenga (Burkina Faso). Comité permanent inter Etats de lutte contre la sécheresse au Sahel (CILSS), Ouagadougou 74p.

Dugué P., Autfray P., Blanchard M., Djamen P., Landry A., Girard P., Olina J. P., Ouédraogo S., Sissoko F., et Vall E., 2012. L'agroécologie pour l'agriculture familiale dans les pays du Sud : impasse ou voie d'avenir ? Le cas des zones de savane cotonnière de l'Afrique de l'Ouest et du Centre, Colloque « René Dumont revisité et les politiques agricoles africaines », Paris, 15 et 16 novembre 2012, Fondation René Dumont.

Elisabeth G.T., 2012. Facteurs influençant l'adoption de bonnes pratiques agroenvironnementales par les producteurs de grandes cultures dans le bassin versant de la rivière châteauguay. Mémoire de fin de cycle en vue de l'obtention du grade de maître en environnement (M. Env.), centre universitaire de formation en environnement sherbrooke, Québec, canada, 80p.

Ervin C. A. et Ervin D. E., 1982. Factors affecting the use of soil conservation practices: hypothesis, evidence and policy implication. *Land Eco.*, **58**: 277-292.

FAO, 2013. Restauration des terres arides dégradées pour la production agricole, forestière et pastorale grâce à une nouvelle technique mécanisée de récolte des eaux pluviales. Département des forêts, Division des ressources forestières, Service de la conservation des forêts. Viale delle Terme di Caracalla, 00100 Rome (Italie). 12 p.

- Feder G. R., Murga I. et Quizon J. B., 2003.** The impact of farmer field schools iii. indonesia. *world bank policy research working paper* 3022. 1-45pp.
- Featherstone A. M., Kaliba A. R. M. et Norman D.W., 1997.** A stall-feeding management for improved cattle in semiarid central Tanzania: factors influencing adoption. *Agricultural economies*, 17 (2-3) : 133-146.
- Fougère D. et Kramaz F., 2008.** Les modèles probit et logit. Introduction à l'économétrie. 40p.
- Grimaudo J., 2009.** Factors that influence the adoption of precision agriculture technologies with Quebec farmers. Mémoire présenté en vue de l'obtention du grade de maîtrise ès sciences, 126p.
- Hauchart V., 2007.** Durabilité de l'agriculture en fonction des pratiques culturales actuelles et conseillées (Burkina Faso et Nord Ghana). Volta Bassin. Focal Project Report No 2. IRD Montpellier, France, and CPWF, Colombo, Sri Lanka, 109 p.
- Hurlin C., 2003.** Econométrie des variables qualitatives. Cours de maîtrise d'économétrie, France Université d'Orléans, 59p.
- INERA, 2000.** Rapport sur les acquis scientifiques (1992-1999) du département gestion des ressources naturelles et systèmes de production (GRN/SP). Ouagadougou, 139p.
- Isik M., 2001.** Technology adoption under uncertainty: impacts of alternative return, 84p.
- Kassie M., Jaleta M., Shiferaw B., M'mbando F. et Mekuria M., (2013).** Adoption of interrelated sustainable agricultural practices in smallholder systems: evidence from rural Tanzania. *Technological Forecasting and Social Change*, 80(3), 525-540.
- Kazianga H. et Masters W. A., 2001.** Investing in soils : fields bunds and microcatchment in Burkina Faso. Selected paper at the american agricultural economists association annual meeting, 5-8 August, 32p.
- Kebede Y., Gungal K. et Coffin G., 1993.** *Adoption of news technologies in Ethiopian agriculture: the case of Tegulet Bulga district*, Shoa in *Agricultural Economics*, 45p.
- Kinane L. M., 2002.** Analyse économique des déterminants de l'adoption des techniques de conservation des eaux et des sols au Yatenga : cas des cordons pierreux et du zaï. Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme d'ingénieur du développement rural à l'Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso (U.P.B) au Burkina Faso, 117p.
- Kini J., 2007.** Analyse des déterminants de l'adoption des technologies de conservation des eaux et des sols dans le plateau central du Burkina Faso. Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme d'études Approfondies (DEA) à l'Université de Ouagadougou, Unité de formation et de recherche es sciences économiques et de gestion (UFR/SEG), 86p.
- Knox A. et Meizein-Dick., 1999.** Droits de propriété, action collective et technologies dans la gestion des ressources naturelles, 64p.

- Krishna R., Tiwari Bishal K., Sitaula I. L., Nyborg G. P. et Paudel S., 2008.** Determinants of farmers' adoption of improved soil conservation technology in a middle mountain watershed of Central Nepal. *Environ. Manage.*, **42**: 833-846.
- Lapar A., Pandey S. et Waibel H., 1999.** Adoption of contour hedgerows by plant farmers in the Philippines: an economic analysis. International rice research institute (IRRI), 40p.
- Mazzucato V. et Niemeijers., 2000 :** Le sahel une dégradation des terres exagérée, un potentiel paysan sous-estimé.
- M'biandoun M. et Olina J. P., 2007.** Savoir paysan et fertilité des terres au Nord-Cameroun. *Cah. Agric.*, **16** : 185-197.
- Mando A., 1991.** Impact de l'activité des termites sur la dégradation de la biomasse végétale et quelques propriétés physiques des sols dégradés : Etude menée à Zanamogo (province du Bam du Burkina Faso). Mémoire d'ingénieur ISN/IDR U.O. 76 p.
- Mbetid-Bessane E., Havard M. et Djondang K., 2006.** Evolution des pratiques de gestion dans les exploitations agricoles familiales des savanes cotonnières d'Afrique centrale. *Cah. Agric.*, **15** : 555-561.
- Mcbride W. D., Daberkow S. G. et Fernandez C. J., 2001.** Decomposing the size effect on the adoption of innovations : agrobiotechnology and precision farming. Selected paper at the american agricultural economics association annual meeting, Chicago, Illinois, August 5-8, 31p.
- M.A., 1999.** Stratégie et plan d'action de gestion intégrée de la fertilité des sols. IFDC-Afrique, Ouagadougou, 101p.
- Mitchell R., 2006.** *Study on identifying rural sociological barriers to adoption.* Research report, Canada, Alberta Research Council, 224p.
- Neupane R. P. K. R., Sharma G. B. et Tharpa., 2002.** Adoption of agro forestry in the hills of Nepal: A logistic regression analysis. *Agricultural system*, **72** : 177-196.
- Nkamleu G. B. et Coulibaly O., 2000.** « Les déterminants du choix des méthodes de lutte contre les pestes dans les plantations de cacao et café du sud-Cameroun ». *Revue Economie Rurale No 259 Sept-Oct*, 2000 pp 75-85.
- Odera M. M., Kimani S. K. et Musembi F., 2000.** Factors influencing adoption of integrated use of manure and inorganic fertilizer in central highlands of Kenya. In: Proc. 7th Biennial Scientific Conf., Collaborative and Participatory Research for Sustainably Improved Livelihoods. Nairobi, Kenya, Kenya Agricultural Research Institute, p. 58-64.
- Ouédraogo S. et Illy L., 1996.** Evaluation de l'impact économique des cordons pierreux dans le Plateau Central au Burkina Faso/INERA/Ouagadougou, 75p.

- Ouédraogo S et Lompo., 2006** : *Rapport pilote d'évaluation de l'impact des recherches en GRN en Afrique de l'Ouest et du Centre*, INERA/Ouagadougou.
- Pare L. N., 2003.** Analyse économique des déterminants de l'adoption des techniques de conservation des eaux et des sols dans le boukhiemdé : cas des haies vives. Mémoire de fin d'étude IDR/UPB.88p.
- PGDTE, 2016.** Catalogue de bonnes pratiques pour la gestion durable des terres et des eaux dans les bassins de production des céréales sèches au Mali, 102p.
- Promisam, 2011.** Synthèse des plans de sécurité alimentaire des communes de cercle de Bankass 2007-2011, 24p.
- Rodriguez E. M. et Arriaza M., 2013.** Adoption of conservation agriculture in olive groves: evidences from southern Spain. *Land Use Policy*, 34(0), 294-300.
- Roose E, 1989.** Diversité des stratégies traditionnelles et modernes de conservation des eaux et des sols: influence du milieu physique et humain en région soudano-sahélienne d'Afrique occidentale, 32p.
- Roose E., 1994.** Introduction à la gestion conservatoire de l'eau, de la biomasse et de la fertilité des sols (GCES). Bulletin pédologique de la FAO, n° 70, Rome, 420p.
- Roussy C., Ridier A. et Chaib K., 2015.** Adoption d'innovation par les agriculteurs : rôle des perceptions et des préférences. Working Paper SMART – LERECO N N° 15-03, 37p.
- Sahel Eco, 2016.** RNA : Une bonne pratique de gestion durable des terres et de renforcement de la résilience face aux changements climatiques, 9p.
- Slovin E., 1960.** Slovin's formula. Site web : <http://www.statisticshowto.com/>. Consulté le 13/06/2016
- Savadogo K. et Larivière S., 1993.** Caractéristiques socio-économiques et stratégies des ménages matière de sécurité alimentaire dans la province du Passoré. Projet d'étude sur les systèmes et les politiques agro-alimentaires au Burkina Faso, série travaux de recherche, CEDRES/LAVAL, 98p.
- Sawadogo H. et Kini J., 2011.** Revues des technologies au Burkina Faso. *WAHARA, Scientific Report n°9*. 17p.
- Shiferaw B. et Holden S. I., 1998.** Ressource dégradation and adoption of land conservation technologies in the Ethiopian highlands : a case study in Andit Tid, North Shewa. *Agricultural economie*, 18 (3) : 233-247.
- Sibone W. E., 2012.** Analyse des déterminants de la gestion de la fertilité des sols dans les exploitations cotonnières au Burkina Faso: cas de la zone Faso Coton. Mémoire de fin de cycle pour l'obtention du diplôme d'ingénieur du développement rural à l'Université Polytechnique de Bobo Dioulasso (UPB) au Burkina Faso, 80p.
- STP/CIGQE, 2010.** Approche programmatique de la gestion durable des terres au Mali. 56p.

- Swinton S. M., 2000.** More social capital, less erosion : evidence from peru's altiplano. Selected paper for presentation at the annual meeting of the american agricultural economies association, Tampa, FL, July30-August2, 19p.
- Teklewold H., Kassie M. et Shiferaw B., 2013.** Adoption of multiple sustainable agricultural practices in rural Ethiopia. *Journal of Agricultural Economics*, 64(3), 597-623.
- Terrafrica, 2011.** Pratique de gestion durable des terres : directives et bonnes pratiques pour l'Afrique subsaharienne. 11p, 21p, 42p.
- Traore. S., Bagayoko M., Coulibaly B. S. et Coulibaly. A., 2012.** Amélioration de la gestion de la fertilité des sols et celle des cultures dans les zones sahéennes de l'Afrique de l'Ouest: une condition sine qua none pour l'augmentation de la productivité et de la durabilité des systèmes de culture à base de mil. 25p.
- Ubertino S, 2015.** Faire face à la crise du café : L'adoption de pratiques agricoles durables chez les producteurs de café au Mexique. Mémoire Maîtrise en agroéconomie Maître ès sciences (M.Sc.) Université de Laval, Québec, Canada, 117p.
- Vlaar J. C. J., 1992.** Les techniques de conservation des eaux et des sols dans les pays du Sahel. Centre interafricain d'études hydrauliques (CIEH), Ouagadougou, université agronomique de Wageningen (UAW), Wageningen, 99p.
- Westra J. et Oison K., 1997.** Farmers' decision processes and adoption of conservation tillage. Department of agricultural applied economies, college of agricultural, food and environmental sciences, university of Minnesota, Staffpaper p97-9, 34p.
- Young D. L., Wang H. H. et Camara O. M., 2000.** The role of environmental education in predicting adoption of wind erosion control practices. Paper presented at the Western agricultural economies association annual meetings, Vancouver, British Columbia, June 29-July1, 15p.
- Zombré P. N., 2006.** Variation de l'activité biologique dans les Zipella (sols nus) en zone subsahélienne du Burkina Faso et impact de la technique de Zaï (techniques des poquets). *BASE : Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 10 (2) : 139-148
- Zougmore R., Ouattara K., Mando A. et Ouattara B, 2004.** Rôle des nutriments dans le succès des techniques de conservation des eaux et des sols (cordons pierreux, bandes enherbées, zaï et demi-lunes) au Burkina Faso. *Sécheresse* 2004; 15(1) :41-80.
- Zoungrana C., 2004.** Adoption des techniques de conservation des sols et lutte contre la pauvreté au Yatenga. Mémoire de D.E.A. Université de Ouagadougou, UFR/SEG, 76p.

ANNEXE I : Questionnaire sur les techniques de conservation des eaux et des sols

Adoption des techniques

Région.....

Cercle.....

Commune.....

Village.....

Exploitant N°.....

Nom et prénoms du chef d'exploitation.....

A : Caractéristiques socio-économiques du chef de ménage (CM).

N°	Questions	Catégories et Codes	
1	Quel est votre âge (ans) ?		
2	Sexe	Masculin.....1 Féminin.....2	
3	Combien d'année(s) avez-vous passé à l'école ou dans un centre d'alphabétisation ?		
4	Etes-vous originaire du village?	Oui1 Non2	
5	Etes-vous membre d'une association ou d'un groupement?	Oui1 Non2	
6	Etes-vous membre du bureau?	Oui1 Non2	
7	Quelle est votre activité principale ? Quelle est votre activité secondaire ?	Agriculture1 Elevage2 Maraichage.....3 Commerce.....4 Artisanat.5 Orpillage.....6 Autres7	Principale secondaire
8	Quelle est la superficie totale de vos champs exploités (ha) ?		

**QUESTIONNAIRE SUR LES TECHNIQUES DE CONSERVATION DES EAUX ET DES
SOLS**

Adoption des techniques

Région.....
 Cercle.....
 Commune.....
 Village

Exploitation N°.....

C : Perception sur la technique en vue de déterminer la préférence

N°	Questions	Catégories et Codes	
1	Quelle est selon vous la technique de CES qui améliore de façon très significative les rendements?	Zaï..... 1 Cordons pierreux.....2 Digues filtrantes.. , ..,....3 Bandes enherbées.....4 Autres5	
2	Quelle est selon vous la technique qui conserve le mieux le sol face à l'érosion hydrique ?	Même code qu'en 1	
3	Quelle est selon vous la technique la plus difficile à appliquer dans votre village ? Pourquoi ?	Même code qu'en 1	
4	Quelle est selon vous la plus facile à appliquer ? pourquoi ?	Même code qu'à la question 1	
5	Quelle est la technologie que vous préférez ?	Même code que précédemment	
6	Quelles sont les raisons de votre préférence de la technologie ?	Améliore vite les rendements.....1 Lutte contre l'érosion.....2 Facile à réaliser.....3 Nécessite peu d'entretien ...4 Est subventionnée5 Autres.....6 (préciser)	
7	Quelle est celle que vous préférez le moins ? pourquoi ?	

QUESTIONNAIRE SUR LES TECHNIQUES DE CONSERVATION DES EAUX ET DES SOLS

Adoption des techniques

Région.....
 Cercle.....
 Commune.....
 Village

Exploitation N°.....

D : Processus d'adoption des techniques de CES

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Type de technique appliquée Zaï...1 Cordon pierreux...2 Digue filtrante...3 Demi-lune...4 Haie vive...5 Bande enherbée...7 Autre (à préciser)8 Pas de techniques de CES...9	Quand avez-vous entendu parler de la technique pour la 1ère fois ?	Source d'information ? Projet/ONG...1 Paysans...2 Service étatique...3 Radios...4 Autres...5	Avez-vous eu une formation pour son utilisation ? Oui...1 Non...2	Avez-vous testé la technique avant son utilisation ? Oui...1 Non...2	Depuis combien d'années l'utilisez-vous ?	Avez-vous bénéficié d'un appui pour sa mise en œuvre ? Crédit...1 Don...2 Subvention...3 Autres formes d'appui (à préciser).4 Pas d'appui...5	Quel était votre objectif par rapport à l'adoption de cette technique ? Freiner la dégradation des sols...1 Récupérer les terres incultes...2 Bénéficier des aides...3 Autres...4	Est-ce votre objectif a été atteint ? Oui...1 Non...2	Observations particulières de la technique

QUESTIONNAIRE SUR LES TECHNIQUES DE CONSERVATION DES EAUX ET DES SOLS

Adoption des techniques

Région.....

Cercle.....

Commune.....

Village

Exploitation N°.....

E : Inventaire du matériel agricole.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Type de matériel	Nom bre	Age (ans)	Valeur d'achat	Durée de vie estimée par le paysan	Mode d'acquisition Comptant..1 Crédit.....2 Legs ou don.....3 Autres...4	Types de cultures et activités GRN bénéficiaires Toutes.....1 Céréales...2 Rentes.....3 Maraichage...4 Autres	Types d'utilisation Seul usage de l'exploitation....1 Location seule...2 Usage de l'exploitation+location.....3	Valeur actuelle à calculer
Semoir								
Rayonneur								
Herse								
Houe								
Charrue								
Charrue asine								
Charrue bovine								
Corps buteur								
Charrette								
Brouette								
Pulvériseur								
Autres à préciser								

QUESTIONNAIRE SUR LES TECHNIQUES DE CONSERVATION DES EAUX ET DES SOLS

Analyse du mécanisme institutionnel

Région.....

Cercle.....

Commune.....

Village

Exploitation N°.....

G : Système d'encadrement, d'information et d'assistance financière

Recevez-vous des formations ou des informations sur? Zai.....1 Cordon Pierreux....2 Digue filtrante....3 Demi-lune.4 Bande enherbée...5 Autre.....6	Origine de l'encadreur : Gouvernement1 Projet/ONG...2 Association....3	Nombre d'encadreur reçu/an	Nombre de visites ou de réunions/mois/an	Les formes d'appuis dont vous bénéficiez des encadreurs Crédit matériels..1 Crédit argent....2 Don de matériels.3 Subvention.....4 Formation des producteurs.....5 Autres.....6	Qtés ou valeurs des formes d'appui	Mode : Individuel....1 Communautaire.....2	Quelles sont les 3 meilleurs conseils que vous appliquez ?
							1.....
						
							2.....
						
							3.....
						

ANNEXE II : Age des adoptants et non adoptants des techniques.

Techniques	zaï				Cordons pierreux				Zaï et Cordons pierreux			
	Adoptants		Non Adoptants		Adoptants		Non Adoptants		Adoptant		Non Adoptants	
	Eff	%	Eff	%	Eff	%	Eff	%	Eff	%	Eff	%
20-39	2	1,19	39	23,35	15	9,00	26	15,56	5	3,00	36	21,35
40-59	24	14,37	61	36,52	27	16,16	58	34,73	17	10,18	68	40,72
60-79	7	4,19	23	13,77	14	8,38	16	9,58	3	1,8	27	16,16
80 et plus	9	5,38	9	5,38	3	1,8	8	4,80	3	1,8	8	4,80
Total	35	20,96	132	79,04	59	35,33	108	64,67	28	16,77	139	83,23

ANNEXE III: Estimation des coefficients du modèle Probit de l'adoption.

Variables explicatives	Adoption du zaï		Adoption des cordons pierreux		Adoption du zaï et des cordons pierreux	
	Coeff	Prob.	Coeff	Prob	coeff	Prob
CONSTANTE	-557,840	0,976	-0,644	0,437	11,511	0,998
AGE	106,8353	0,988	1,426	0,011**	-0,461	0,760
ACTIFS	-0,317	0,762	0,537	0,154	-0,719	0,580
SEXE	1,182	0,250	0,897	0,260	1,100	0,580
STATEXP	-0,664	0,482	-0,204	0,790	1,665	0,223
NIVEINST	2,352	1,000	-0,129	0,719	0,546	0,663
MBRE D'OP	1,120	0,085**	0,317	0,561	-1,024	0,143
FORMAT	163,509	0,976	0,323	0,402	0,798	0,583
MAT-AGRI	-0,881	0,560	0,567	0,668	18,313	0,999***
SUPERF	-83,489	0,999***	-0,636	0,312	-15,564	0,999***
PERCEPTION	0,097	0,931	-0,104	0,910	0,817	0,460
APPUI	-82,513	0,890	0,669	0,404	-0,228	0,871
Prédiction	97%		67%		98,2%	

Source : Données d'enquête 2016.

**significatif au seuil de 5%

***significatif au seuil de 1%