

L'effet des droits de propriété sur l'adoption des techniques de conservation des eaux et des sols par les producteurs de céréales au Burkina Faso

The effect of property rights on the adoption of water and soil conservation techniques by cereal producers in Burkina Faso

Auteur 1: ZONGO Richard

Auteur 2: MAIGA W. H. Eugenie

Auteur 3: COMBARY S. Omer

ZONGO Richard, Université Norbert ZONGO, PhD, Unité de Formation et de Recherche en Sciences Economiques et de Gestion (UFR/SEG), Koudougou, Burkina Faso,
email : richardzongo76@yahoo.fr

MAIGA W. H. Eugenie, Université Norbert ZONGO, Maitre de conférences agrégée, Unité de Formation et de Recherche en Sciences Economiques et de Gestion (UFR/SEG), Koudougou, Burkina Faso,
email : eugeniemaiga@gmail.com

COMBARY S. Omer, Université Thomas SANKARA, Maitre de conférences agrégé, Unité de Formation et de Recherche en Sciences Economiques et de Gestion (UFR/SEG), Ouagadougou, Burkina Faso.
E-mail : combaryomer@yahoo.fr

Déclaration de divulgation : L'auteur n'a pas connaissance de quelconque financement qui pourrait affecter l'objectivité de cette étude.

Conflit d'intérêts : L'auteur ne signale aucun conflit d'intérêts.

Pour citer cet article : ZONGO R., MAIGA W. H. Eugenie et COMBARY S. Omer (2021) « L'effet des droits de propriétés sur l'adoption des techniques de conservation des eaux et des sols par les producteurs de céréales au Burkina Faso », *Revue African Scientific Journal*, Volume 3, Numéro 10, pp : 311-341.

Date de soumission : Janvier 2022

Date de publication : Mars 2022



DOI: 10.5281/zenodo.6378998

Copyright © 2022 – ASJ



Résumé

Cet article est une tentative de donner une réponse à la question principale de recherche intitulée : quel est l'effet des droits de propriété sur l'adoption des techniques de conservation des eaux et des sols par les producteurs de céréales au Burkina Faso. L'objectif de cet article est d'évaluer l'effet des droits de propriété sur l'adoption des techniques de conservation des eaux et des sols par les producteurs de céréales au Burkina Faso. Un modèle probit multivarié est utilisé sur un échantillon de 4 813 parcelles de l'enquête réalisée par le deuxième Programme National de Gestion des Terroirs (PNGT2) en 2011 sur les ménages au Burkina Faso. Les résultats montrent que les droits de propriété formels influencent positivement la probabilité d'adoption des diguettes en cordons pierreux, des demi-lunes et des haies vives. La principale conclusion de cette recherche est que les droits de propriétés formels influencent positivement la probabilité d'adoption des diguettes en cordons pierreux, des demi-lunes et des haies vives. L'article recommande par conséquent l'utilisation des techniques de conservation des eaux et des sols par les producteurs de céréales disposant de droits de propriété formels sur leurs parcelles.

Mots clés : droits de propriété, effet, zaï, diguettes en cordons pierreux, demi-lunes, haies vives

Abstract

This article is an attempt to give an answer to the main research question entitled: what is the effect of property rights on the adoption of water and soil conservation techniques by cereal producers in Burkina Faso. The objective of this article is to evaluate the effect of property rights on the adoption of water and soil conservation techniques by cereal producers in Burkina Faso. A multivariate probit model is used on a sample of 4,813 plots from the survey carried out by the second National Land Management Program (PNGT2) in 2011 on households in Burkina Faso. The results show that formal property rights positively influence the probability of adoption of stone bunds, half-moons and hedgerows. The main conclusion of this research is that formal property rights positively influence the probability of adoption of stone bunds, half-moons and hedgerows. The article therefore recommends the use of water and soil conservation techniques by cereal producers with formal property rights over their plots.

Keywords : property rights, effect, zaï, bunds in stone bunds, half-moons, hedges

Introduction

La sécurité foncière a un effet positif sur l'adoption des innovations agricoles (Abdulai et al., 2011 ; Place et Swallow, 2000) ou des techniques de conservation des eaux et des sols (Lûeth, 2019 ; Teshome, 2014). En effet, les droits de propriété sécurisés donneraient une garantie pour les producteurs agricoles d'entreprendre des investissements de long terme dans des mesures de conservation de la fertilité du sol du fait qu'ils n'auront aucune crainte d'expropriation (Besley, 1995 ; Goldstein et Udry, 2008 ; Ali et al., 2011). Ensuite, les droits de propriété sécurisés facilitent l'utilisation de la terre comme collatéral pour l'obtention du crédit pour financer les investissements agricoles (Feder et Onchan, 1987 ; Feder et Feeny, 1991). Les droits de propriété peuvent également inciter à l'investissement à travers la sécurité d'occupation, l'utilisation de la terre comme garantie et l'obtention de gains de commerce (Besley, 1995). Enfin, les droits de propriété sécurisés favorisent la mobilité intra-sectorielle des facteurs de production qui, à terme, a des effets positifs sur l'investissement et la productivité agricole. La relaxation des barrières à la mobilité des facteurs peut favoriser le transfert de la terre des agriculteurs les moins productifs aux agriculteurs les plus productifs via le marché de la location de la terre (Ali et al., 2011).

Les droits de propriété bien définis encouragent l'investissement en réduisant les risques de confiscation de la propriété (Besley, 1995). Pour accroître leurs capacités productives, les producteurs ont besoin d'investir en équipements et en techniques de conservation des eaux et des sols. Les droits sûrs et transférables augmentent l'incitation à investir. S'ils ne sont pas certains de récolter les bénéfices de cet investissement, ils vont préférer la consommation présente à l'investissement (Feder et al., 1988). Les droits de propriété devraient motiver l'investissement agricole puisqu'ils renforcent le droit sur les bénéfices de l'investissement, permettent d'utiliser la terre comme garantie pour accéder au crédit, offrent un droit d'usufruit et la liberté d'innover (Besley, 1995 ; Feder et Feeny, 1991). Les droits de propriété sont alors reconnus comme les principaux déterminants de l'investissement agricole (Otsuka et Place, 2001). Cette vision classique de la propriété a ainsi été la force motrice des réformes foncières dans la majeure partie des pays en Afrique au Sud du Sahara (Place et Hazell, 1993). La sécurité foncière est généralement considérée comme une condition préalable à l'investissement foncier (Lawry et al., 2014). La contrainte sur les rendements des investissements destinés à améliorer la productivité dans l'agriculture est la conviction de la part de l'investisseur qu'il peut perdre son investissement en raison d'une expropriation ou d'un conflit (Linkow, 2016).

En dépit des développements théoriques justifiant la relation entre les droits de propriétés et l'investissement, les résultats empiriques se sont montrés ambigus en Afrique (Brasselle et al., 2002). Kabubo-Mariara et al. (2010) et de Bros et al. (2019) font ressortir un effet positif des droits de propriétés sur l'adoption des techniques de conservation des eaux et des sols. La faible sécurité d'occupation découragera les investissements en bandes herbeuses, en terrasses et en plantation d'arbres. Les droits de propriétés formels peuvent, à l'opposé, avoir un effet faible dans les cas où les droits de propriété sont déjà sécurisés par des lois informelles et des systèmes coutumiers (Pinckney et Kimuyu, 1994), dans les zones où la terre est abondante et le besoin de droits formels n'est pas nécessaire (Jacoby et Minten, 2007). La littérature montre également que les droits de propriétés peuvent avoir un effet non significatif sur l'adoption des techniques de conservation des eaux et des sols. Les droits de formels n'influencent pas significativement la probabilité d'adoption du zaï au Burkina Faso (Séogo, 2018 ; Séogo et Zahonogo, 2019). Bambio et Agha (2018) montrent que les droits fonciers plus forts augmentent les investissements liés à la terre.

Cet article se concentre sur le Burkina Faso où environ 11% des terres sont considérées comme très dégradées et 34% comme moyennement dégradées (Secrétariat Permanent/Conseil National pour l'Environnement et le Développement Durable (SP/CONEDD, 2006)), environ 24% des terres arables sont fortement dégradées et que 31% de la pluviosité annuelle est perdue par ruissellement (Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA, 2000)). Malgré le nombre important de projets de développement initiés 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., 1985). La dégradation des sols souffre des faibles taux d'adoption des techniques de lutte contre l'érosion des sols (15%) et des pratiques agroforestières (11%) (Ministère de l'Agriculture (MA, 1999).

L'adoption des techniques de conservation des eaux et des sols est cruciale dans le contexte de changement climatique et de l'importance de l'agriculture et des céréales dans l'économie Burkinabé. Le changement climatique est peut-être la menace environnementale la plus sérieuse qui pèse sur la lutte contre la faim et la pauvreté en Afrique en raison de son impact sur la productivité agricole (Enete et Amusa, 2010). L'adoption des techniques de conservation des eaux et des sols est suggérée comme une stratégie d'adaptation pour les pays en Afrique subsaharienne pour atténuer les pénuries d'eau croissantes, l'aggravation des conditions des sols, la sécheresse et la désertification (Kurukulasuriya et Rosenthal, 2003). L'adoption des

techniques de conservation des eaux et des sols peut également être considérée comme un important d'outil d'adaptation au changement climatique pour les agriculteurs (Deressa et al., 2009). Le secteur agricole assure la subsistance de plus de 80% des ménages ruraux et contribue à environ 34% du Produit Intérieur Brut (PIB) (Food and Agriculture Organization : (FAO, 2013). Les cultures céréalières contribuent à hauteur de 10% au produit intérieur brut (contre 5% pour les cultures de rente) et à hauteur de 52% à la valeur ajoutée de l'agriculture (contre 26% pour les cultures de rente) (Sabo et al., 2010). Ainsi, cet article vise à donner une tentative de réponse à la question principale suivante : Quel est l'effet des droits de propriétés sur l'adoption des techniques de conservation des eaux et des sols par les producteurs de céréales au Burkina Faso ?

Cet article étudie l'effet des droits de propriétés sur l'adoption des techniques de conservation des eaux et des sols par les producteurs de céréales au Burkina Faso. L'objectif principal de cet article est d'estimer l'effet des droits de propriétés sur l'adoption des techniques de conservation des eaux et des sols par les producteurs de céréales au Burkina Faso. Cet article permettra la prise en compte de l'endogénéité entre les droits de propriétés et la décision d'adoption des techniques de conservation des eaux et des sols. Ensuite, la détermination de l'effet des droits de propriétés sur les techniques d'adaptation au changement climatique est primordiale en raison de la nécessité de préserver les ressources naturelles.

La suite de l'article est structurée en quatre sections. La section II analyse les liens théoriques et empiriques qui existent entre droits de propriété et adoption de techniques de conservation des eaux et des sols. La section III présente la méthodologie utilisée pour évaluer l'effet des droits de propriété sur l'adoption des techniques de conservation des eaux et des sols. La section IV analyse les résultats estimés de l'effet des droits de propriétés sur l'adoption des techniques de conservation des eaux et des sols tandis que la section V donne les conclusions essentielles et les recommandations de politiques économiques.

1. Effet des droits de propriété sur l'adoption des techniques de conservation des eaux et des sols

La littérature théorique converge vers un lien positif entre les droits de propriété et l'adoption des techniques de conservation des eaux et des sols alors que la littérature empirique montre des résultats controversés. Les études théoriques et empiriques de l'effet des droits de propriétés sur l'adoption des techniques de conservation des eaux et des sols sont présentées ici.

1.1. Effet des droits de propriété sur l'adoption des techniques de conservation des eaux et des sols, une relation théorique positive

La formalisation des droits de propriété assure la sécurité des producteurs et constitue ainsi un levier pour l'investissement agricole. Comme le souligne Besley (1995), la sécurité foncière incite les producteurs à entreprendre des investissements rentables puisqu'ils sont assurés de ne pas être victimes d'expropriation. Besley (1995) identifie essentiellement quatre raisons pour lesquelles le droit de propriété devrait motiver l'investissement agricole : le droit foncier renforce le droit sur les bénéfices de l'investissement, accroît l'accès au crédit, offre un droit d'usufruit et la liberté. Les investissements de long terme sont rarement entrepris par les producteurs dans une situation où les droits de propriété ne sont pas sécurisés. Soule et al. (2000) montrent que le régime foncier est un facteur important dans les décisions des agriculteurs d'adopter des pratiques de conservation des eaux et des sols. Les propriétaires exploitants sont plus susceptibles d'adopter les pratiques de conservation des eaux et des sols dans la production de maïs que les locataires des parcelles (Soule et al., 2000). Cela s'explique par le fait que les locataires de parcelles ne sont pas certains de pouvoir bénéficier des effets des techniques de conservation des eaux et des sols à moyen ou long terme.

Pour Besley (1995), il existe quatre raisons pour lesquelles le droit de propriété devrait motiver l'investissement agricole : le droit foncier renforce le droit sur les bénéfices de l'investissement, accroît l'accès au crédit, offre un droit d'usufruit et la liberté d'innover. Brasselle et al. (2002) montrent que les trois premières raisons évoquées par Besley (1995) sont relatives aux effets « assurance », « nantissement » et « réalisabilité ».

L'incitation à l'investissement est nourrie par l'assurance que l'on y retirera la plus grande part de la valeur issue de la récolte. La sécurité foncière réduit la nuance de voir l'investissement accaparé avant qu'il ne soit totalement rentable d'une part et d'autres parts qu'un métayer ou un membre du lignage est enclin à sous-investir (même en l'absence d'incertitude) et à moins de productivité (Besley, 1995). En ce qui concerne l'effet nantissement, l'idée est que la

propriété foncière accroît l'accès au capital à travers la possibilité de mise en garantie de la parcelle. Toutes fois, les marchés de crédit utilisant la terre comme garantie ne semblent pas être des canaux efficaces par lesquels le droit de propriété peut favoriser l'investissement dans des pays comme le Burkina Faso. L'effet de réalisabilité implique non seulement que la sécurité foncière autorise la vente ou la location des investissements en cas d'opportunité de profit (Besley, 1995) mais aussi que le paysan peut ainsi se prémunir de chocs de revenu (Deininger et Jin, 2006) ou des problèmes d'horizon de long terme. Les droits de propriété influencent la liberté d'innover parce que la communauté doute des externalités dues à l'investissement. Les droits de propriété communautaire découragent l'investissement (Besley, 1995).

Fenske (2011) identifie trois canaux qui soutiennent l'existence de lien positif entre la sécurité foncière et l'investissement des exploitants agricoles : la sécurité foncière encourage l'investissement à travers la réduction des risques de confiscation de la propriété ; le droit d'aliénation encourage l'investissement sur une parcelle donnée en augmentant la valeur foncière pour les potentiels acheteurs et l'aménagement continu accroît la possibilité d'utilisation de la terre comme gage pour les crédits. L'accès au crédit est également l'un des canaux par lequel les droits de propriété agissent sur l'adoption des techniques de conservation des eaux et des sols. Dans les situations où les producteurs n'ont pas toujours les ressources pour assurer leurs investissements, le crédit agricole joue alors un rôle capital. Mais l'absence de garantie constitue souvent une contrainte majeure pour accéder au crédit. Les droits bien définis et transférables permettent ainsi aux producteurs d'utiliser la terre comme garantie pour accéder au crédit et réaliser des investissements rentables (Feder et Feeny, 1991 ; Besley, 1995).

Selon la théorie, la définition claire des droits de propriété foncière assure un niveau élevé de sécurité pour l'adoption des techniques de conservation des eaux et des sols, permet l'usage de la terre comme un gage au crédit et offre enfin l'opportunité d'opérer des contrats de location ou de vente de la terre sur le marché foncier. Tout cela offre une grande flexibilité aux producteurs dans leur décision d'adoption des techniques de conservation des eaux et des sols de telle sorte que la terre soit utilisée de façon efficiente conduisant à un niveau de production plus élevé. Cependant, la conception ou la forme que doit prendre le système de tenure pour assurer cette sécurité fait l'objet d'un débat dans la littérature. Les controverses s'articulent autour de l'idée de la transformation du système de droit coutumier vers un système de droits individuels formalisé permettant d'accroître l'investissement, la productivité et l'efficacité des

producteurs dans la production agricole. Une stagnation de la croissance et du développement a été observée dans les pays où le système de tenure foncière est resté précaire (Burgi, 2008).

Selon les défenseurs de la théorie néoclassique, le système de tenure établissant des droits de propriété individuels et biens définis est le mieux indiqué pour assurer la sécurité foncière. Coase (1960) montre que sous la vision libérale néoclassique, une définition claire des droits de propriété conduit à une allocation efficiente des ressources. North (1990) trouve également que dans une société, les institutions jouent un rôle important en réduisant l'incertitude par l'établissement d'une structure stable aux interactions humaines. La tenure privée et individualisée est la plus efficace en situation de rareté des terres (Boserup, 1995 ; Demsetz, 1967). Un titre clair devrait garantir l'accès à long terme à la terre, la liberté d'aliéner le bien et le droit de ne pas être menacé d'expulsion. En corollaire, l'insécurité juridique existe lorsque le propriétaire ou l'utilisateur foncier n'a pas les statuts juridiques (titre clair) ou les moyens institutionnels (système judiciaire) pour faire respecter les droits de propriété et de location.

La vision néoclassique de la propriété a fait l'objet de plusieurs critiques. Peters (2004) montre que la vision néoclassique de la propriété ignore l'iniquité et est surtout très simpliste. La terre est plus qu'un bien et englobe plusieurs relations complexes liées à la famille, à la religion, à la culture, à la succession. La théorie « personhood property theory » développée par Radin (1982) rejette alors cette idée de la propriété privée. Cette théorie stipule que la terre fait partie de l'identité de la personne. Les droits de propriété doivent exister en continuum, c'est-à-dire que plusieurs types de droits allant des droits formels, traditionnels ou communautaires peuvent coexister. La théorie du web des intérêts d'inspiration écologique suggère également que les relations entre personnes (personne-personne) et les relations entre objets (terre-terre) doivent être plus privilégiées que les relations personnes-objets (personne-terre). Une ressource comme la terre peut par conséquent être possédée sous un ensemble de droits tenus par plusieurs entités (plusieurs personnes). Les différentes connexions entre ces entités constituent le web des intérêts (Arnold, 2002).

1.2. Effet des droits de propriété sur l'adoption des techniques de conservation des eaux et des sols, une relation empirique controversée

Sur la question de la relation entre les investissements en techniques de conservation des eaux et des sols et la sécurité d'occupation, nonobstant les différences dans la façon dont la sécurité est mesurée (Place et Swallow, 2000), les résultats empiriques disponibles à ce jour sont mitigés. Le statut foncier (héritage, don, prêt à long terme, prêt à court terme et achat des terres)

ne constitue plus un frein à des investissements agraires sur le long terme (Ouédraogo et Millogo, 2007). Ce besoin d'investir dans la réhabilitation des ressources naturelles s'expliquerait par la nécessité de maintenir ou d'accroître la productivité d'une terre qui s'est appauvrie, suite à une exploitation continue non soutenue par des actions de restauration. Lawin (2017) montre que les producteurs adoptent plus intensément les innovations agro-environnementales sur les parcelles dont ils sont propriétaires que sur celles dont ils n'en sont pas propriétaires. Le manque de garantie foncière est un frein considérable à la pérennité des projets de récupération des terres. Le prêt ou le don, la location et le métayage sont des modes d'accès à la terre basés sur un contrat oral sans valeur juridique claire et n'offrent aucune garantie au producteur de pouvoir tirer profit à long terme sur les investissements dans la conservation des eaux et des sols.

Place et Hazell (1993) montrent que le plein droit de propriété a un effet positif significatif sur la plantation d'arbres dans la région de Wassa au Ghana. La sécurité foncière était associée à un taux d'adoption plus élevé des cordons pierreux en Ethiopie (Gebremedhin et Swinton, 2003), influence considérablement les décisions des agriculteurs à investir dans les techniques d'amélioration et de conservation de la terre au Ghana (Abdulai et al., 2011). Deininger et al. (2011) trouvent également un effet positif des titres fonciers sur l'adoption des techniques de conservation du sol en Ethiopie. Le programme pilote de régularisation foncière au Rwanda a un large effet sur les pratiques de conservation des eaux et des sols (Ali et al., 2011).

Goldstein et Udry (2008) montrent que l'insécurité foncière au Ghana est associée à un investissement réduit dans la fertilité des terres. Les personnes qui ne sont pas au cœur des réseaux de pouvoir social et économique qui imprègnent ces villages sont plus susceptibles de voir leurs terres expropriées pendant qu'elles sont en jachère. Le manque de droits sécurisés sur la terre diminue les incitations à investir dans l'amélioration des terres (Besley, 1995, Otsuka et Place, 2001, Mekomen, 2009). Douze mois après la délivrance des certificats fonciers, la crainte de perdre des terres est réduite, les ménages sont plus susceptibles de louer leurs terres et les investissements dans les mesures de conservation des eaux et des sols augmentent (Deininger et al., 2011). Le lien entre la tenure et l'investissement est significatif pour la jachère et la plantation d'arbres dans six pays d'Afrique de l'Ouest (Fenske, 2011).

Les droits de propriété n'influencent pas significativement l'adoption des techniques de conservation des eaux et des sols. Amsalu et De Graaff (2007) montrent que la sécurité foncière n'a aucun impact significatif ni sur l'adoption des cordons pierreux ni sur la décision du

producteur de continuer à utiliser les cordons pierreux pour la rétention de l'eau sur les parcelles agricoles dans une région montagneuse en Ethiopie. Les droits de propriétés peuvent avoir un effet négatif sur l'adoption des techniques de conservation des eaux et des sols. Dans le registre des techniques de conservation des ressources naturelles, seule la plantation d'arbres semble encore ne pas être acceptée par les propriétaires terriens (Ouédraogo et Millogo, 2007). Les auteurs montrent ainsi que le statut de non-propriétaires terriens a un effet négatif sur la plantation d'arbres. La plantation d'arbres a toujours été interprétée comme une tentative d'appropriation définitive parce qu'elle mobilise la terre pour une longue période.

La littérature montre l'existence de deux hypothèses alternatives liés à la sécurité d'occupation et à l'investissement : les droits fonciers plus sûrs auront un impact positif sur l'investissement (la sécurité foncière est exogène) ; l'investissement est entrepris pour renforcer la sécurité d'occupation (la sécurité foncière est endogène). Dans notre situation, en accord avec Teshome (2014), l'influence de l'insécurité foncière sur l'adoption des techniques de conservation des eaux et des sols est directe. L'insécurité foncière est une variable importante qui affecte la probabilité d'investir dans les techniques de conservation des eaux et des sols alors que la relation inverse est insignifiante (Teshome, 2014). Alternativement, certains facteurs peuvent affecter simultanément l'insécurité foncière et l'adoption des techniques de conservation des eaux et des sols. Les équations simultanées modélisent deux ou plusieurs variables endogènes qui sont déterminées conjointement au sein du modèle. La simultanité induit la corrélation entre les termes d'erreur de chaque équation du système. Une décision d'adoption des agriculteurs est intrinsèquement une décision multivariée. Les tentatives de modélisation bivariée excluent les informations économiques utiles contenues dans l'interdépendance et la simultanité des décisions d'adoption (Dorfman, 1996). Il est plus approprié de traiter l'adoption des techniques de conservation des eaux et des sols comme une décision à choix multiples.

2. Méthodologie d'analyse de l'effet des droits de propriétés sur l'adoption des techniques de conservation des eaux et des sols

Les confrontations entre amélioration ou non de la production des céréales sont appréhendées à travers adoptant et non-adoptant. Or, l'adoption d'une technologie en elle-même renferme des subjectivités importantes en termes de respect des doses. Comme le montrent (Schutjer et Van der Veen, 1997), les effets du paquet technologique sont étroitement liés à l'étendue de l'exploitation individuelle que l'état initial de décision d'adoption permet de relever. Les

modèles et les méthodes permettant d'estimer l'effet des droits de propriété sur la probabilité d'adoption des techniques de conservation des eaux et des sols sont présentés ici.

2.1. Méthodologie d'analyse de l'effet des droits de propriété sur la probabilité d'adoption des techniques de conservation des eaux et des sols

Pour l'analyse des choix discrets, les modèles de choix dichotomiques de type probit ou logit sont utilisés. Les modèles logit ou probit binaires sont employés lorsqu'il s'agit d'analyser les facteurs d'adoption ou de rejet des innovations par les agriculteurs. Dans le domaine économique, la fonction de densité peut être prise comme une fonction de densité de la loi logistique, ce qui donne une spécification logit ou alors comme celle d'une fonction densité de la loi normale conduisant à la spécification probit (McFadden, 1974 ; Heckman, 1976). Selon Amemiya (1981), le modèle logit et le modèle probit sont généralement similaires aussi bien en termes de probabilité que d'estimation des coefficients α si l'on prend en compte les problèmes de normalisation. Néanmoins, l'auteur montre que, la valeur des paramètres estimés obtenue de l'estimation du logit et du probit permette d'établir la relation suivante :

$$\tilde{\alpha}_{Logit} = 1,6 \tilde{\alpha}_{Probit} \quad (1)$$

Le test de Hausman aide à choisir la spécification adéquate entre le modèle probit et le modèle logit. Le test de Hausman consiste à tester l'hypothèse nulle $H_0: B_P - B_L = 0$ qui stipule qu'il n'existe pas de différence entre le modèle probit et le modèle logit contre l'hypothèse alternative $H_1: B_P - B_L \neq 0$ qui stipule qu'il existe une différence entre le modèle probit et le modèle logit. Le test de spécification de Hausman entre le modèle probit et le modèle logit, que nous avons effectué, conclut au rejet de l'hypothèse nulle parce que $Prob > chi2 = 0,000$ pour $chi2(20) = 77,39$. Le test de Hausman révèle que le modèle probit est le modèle le plus approprié dans la mesure de l'effet des droits de propriété sur la probabilité d'adoption des techniques de conservation des eaux et des sols. Il convient de préciser que la détention d'un titre de propriété ou l'adoption des techniques de conservation des eaux et des sols fait suite à des caractéristiques non toutes observables. L'utilité espérée de l'adoption dériverait donc de l'association des facteurs observables et non observables auquel aboutirait le choix d'un producteur.

Dans les modèles statistiques à équation unique, l'incapacité des agriculteurs à accéder à un ensemble de services ne modifie pas la probabilité qu'ils accèdent à un autre ensemble de services. Les techniques de conservation des eaux et des sols ne sont pas mutuellement

exclusives. Cependant, le probit multivarié modélise simultanément l'influence de l'ensemble des variables explicatives sur chacune des différentes pratiques technologiques tout en permettant la corrélation potentielle entre les perturbations non observées ainsi que la relation entre l'accès à différentes pratiques (Teklewold et al., 2013). Les décisions d'adoption de technologies sont également interdépendantes et combinent des pratiques qui peuvent s'influencer mutuellement (Teklewold et al., 2013). Les tentatives de modélisation univariée excluraient des informations économiques utiles sur les décisions d'adoption interdépendante et simultanée (Dorfman, 1996). Par conséquent, une analyse des facteurs influençant les décisions d'adoption sans contrôler l'interdépendance technologique et l'adoption simultanée pourraient conduire à l'estimation de paramètres non convergents (Teklewold et al., 2013). Dans le cas de la substituabilité ou de la complémentarité entre variables, l'estimation de l'équation se fait par le modèle probit multivarié avec la méthode du maximum de vraisemblance (Greene, 2000 ; Zahonogo, 2016).

Nous avons retenu la méthode du maximum de vraisemblance conditionnelle en deux étapes parce qu'elle est adaptée aux échantillons de grande taille comme c'est le cas dans notre étude (4 813 parcelles). La méthode du maximum de vraisemblance conditionnelle en deux étapes a également l'avantage de corriger facilement le biais d'erreur et de prendre en compte l'endogénéité dans la procédure d'estimation. Le modèle probit multivarié est retenu parce qu'il permet de mesurer l'influence simultanée de plusieurs variables explicatives sur différentes pratiques technologiques. En général, les producteurs n'investissent que si le bénéfice espéré de l'investissement est positif. Soit B_{ijh}^* la variable latente représentant le bénéfice espéré par le producteur i de l'adoption de la technique de conservation des eaux et des sols j sur l'exploitation h . La variable représentant le bénéfice espéré par le producteur i se présente de la manière suivante :

$$B_{ijh}^* = \beta Z_{ijh} + \alpha CES_{ijh} + \varepsilon_{ijh} \quad (2)$$

Avec Z_{ijh} les caractéristiques du producteur i et de l'exploitation h , CES_{ijh} les techniques de conservation des eaux et des sols et ε_{ijh} le terme d'erreur. En notant B_{ijh} la décision d'investissement du producteur i de son investissement j sur son exploitation h , on obtient le modèle probit multivarié pour l'adoption des techniques de conservation des eaux et des sols :

$$B_{ijh} = \begin{cases} 1 \text{ si } B_{ijh}^* > 0, \text{ l'investissement est observé} \\ 0 \text{ si } B_{ijh}^* \leq 0, \text{ l'investissement n'est pas observé} \end{cases} \quad (3)$$

Pour analyser la décision d'investissement, nous allons utiliser la méthode du maximum de vraisemblance conditionnelle en deux étapes de Rivers et Vuong (1988), qui permet de prendre en compte le problème d'endogénéité. La première étape de la méthode du maximum de vraisemblance conditionnelle en deux étapes consiste à spécifier une équation des droits de propriété comme une fonction des variables exogènes influençant l'adoption des techniques de conservation des eaux et des sols. Cette équation se présente de la manière suivante :

$$R_{ijh} = \alpha_0 + \alpha_1 Z_{ijh} + \alpha_2 V_{ijh} + t_{ijh} \quad (4)$$

Avec R_{ijh} le vecteur des variables observées de la tenure foncière, Z_{ijh} les variables liées au producteur i ou à l'exploitation h pouvant influencer les droits de propriété, V_{ijh} les autres variables affectant les droits de propriétés et t_{ijh} le terme d'erreur. Quant à la deuxième étape de la méthode du maximum de vraisemblance conditionnelle en deux étapes, elle consiste à intégrer le résidu de l'équation (4) dans le modèle de décision d'adoption des techniques de conservation des eaux et des sols. Le modèle de bénéfice espéré prend la forme suivante :

$$B_{ijh}^* = \beta_1 Z_{ijh} + \beta_2 R_{ijh} + \beta_3 \hat{t}_{ijh} + \mu_{ijh} \quad (5)$$

Avec \hat{t}_{ijh} le vecteur des résidus obtenus de l'équation (4). Les droits de propriété sont endogènes lorsque le coefficient lié aux résidus β_3 est significatif. Dans la situation où les droits de propriétés sont endogènes, l'estimation de l'équation sans prise en compte de l'endogénéité conduit inéluctablement à des résultats non consistants.

L'idée derrière cette pratique est que la variable endogène subit des variations exogènes et endogènes. Selon cette logique, lorsque l'on introduit les résidus de la première étape dans la régression principale, ceux-ci captent l'effet endogène associé à la variable problématique. Ainsi, les variations restantes de la variable problématique ne sont plus qu'exogènes. Cette spécification a deux avantages. Le premier avantage est que la spécification avec les résidus converge plus rapidement (Terza et al., 2008). En utilisant la projection de la variable problématique, nous répondons au problème d'endogénéité, mais n'exploitons qu'une partie

des variations de la variable endogène, les variations exogènes. La méthode par introduction du résidu permet aussi de contrôler l'endogénéité tout en exploitant cependant toutes les variations de la variable endogène. Le second avantage de cette spécification est que l'inclusion des résidus de la première étape dans l'équation principale permet de tester si ces résidus sont bien endogènes. Si ces résidus contiennent les variations endogènes de la variable problématique, ils devraient alors avoir un effet sur la variable dépendante.

La littérature montre que certains facteurs peuvent affecter simultanément l'insécurité foncière et l'investissement dans les techniques de conservation des eaux et des sols. La prise en compte de l'endogénéité entre les droits de propriétés et l'adoption des techniques de conservation des eaux et des sols dans la procédure d'estimation est cruciale pour générer des résultats convergents (Besley, 1995 ; Brasselle et al., 2002 ; Abdulai et al., 2011 ; Zahonogo, 2016). Les méthodes traditionnelles en deux étapes sont généralement utilisées pour prendre en compte l'endogénéité. La méthode des moindres carrés ordinaires en deux étapes est appliquée dans le cas des variables dépendantes continues et par conséquent, inappropriée dans le présent article en raison de la nature discrète de la variable mesurant la décision d'adoption des techniques de conservation des eaux et des sols. La principale technique d'estimation est la méthode des moindres carrés ordinaires en deux étapes pour la variable continue et l'estimation des probits en deux étapes dans le cas du choix binaire (Maddala, 1993).

La méthode des variables instrumentales en deux étapes (Lee, 1981), la méthode des moindres carrés généralisés (Amemeiya, 1978 ; Nevey, 1987), la méthode probit-moindres carrés ordinaires en deux étapes (Alvarez et Glasgow, 1999) et la méthode du maximum de vraisemblance conditionnelle en deux étapes (Rivers et Vuong, 1988) sont adaptées pour prendre en compte l'endogénéité dans le cas des variables dépendantes discrètes. La méthode probit-moindres carrés ordinaires en deux étapes (Alvarez et Glasgow, 1999) et la méthode du maximum de vraisemblance conditionnelle en deux étapes (Rivers et Vuong, 1988) sont les plus utilisées. Les erreurs sont biaisées et difficiles à corriger dans la méthode probit-moindres carrés ordinaires en deux étapes (Greene, 2000). La méthode du maximum de vraisemblance conditionnelle en deux étapes est la méthode appropriée pour prendre en compte l'endogénéité dans le modèle probit (Wooldridge, 2002). La méthode du maximum de vraisemblance conditionnelle en deux étapes de Rivers et Vuong (1988) est utilisée pour analyser l'effet des droits de propriété sur la probabilité d'adoption des techniques de conservation des eaux et des

sols parce qu'elle est plus appropriée pour les échantillons de taille élevée comme dans le cas présent et fournit des résultats plus consistants (Bollen et al., 1995).

2.2. Présentation de la nature et de la source de données utilisées pour l'analyse de l'effet des droits de propriétés sur l'adoption des techniques CES

Cet article utilise des données secondaires de l'enquête réalisée par Laboratoire d'Analyse Quantitative Appliquée au Développement-Sahel (LAQAD-S) dans le cadre du deuxième Programme National de Gestion des Terroirs (PNGT2) en 2011. Cette enquête s'est portée sur 2160 ménages répartis sur 90 communes des 13 régions. Trois villages ont été couverts dans chaque commune soit 270 villages. Huit ménages ont été tirés de façon aléatoire par village. Compte tenu des informations non disponibles pour certains producteurs de céréales au niveau de certaines variables, un échantillon de 4 813 parcelles a été retenu pour cette analyse. Dans notre échantillon, les parcelles aménagées en techniques de conservation des eaux et des sols sont au nombre de 1 121 dont 519 parcelles sont aménagées en zaï, 658 parcelles sont aménagées en cordons pierreux, 82 parcelles sont aménagées en demi-lunes et 147 parcelles sont aménagées en haies vives. Certaines parcelles sont aménagées en plusieurs techniques de conservation des eaux et des sols.

Le tableau 1 donne les signes attendus, les moyennes et les écart-types des différentes variables utilisées dans cet article. Les taux d'adoption du zaï, des diguettes en cordons pierreux, des demi-lunes et des haies vives sont respectivement de 10,78%, 13,67%, 1,70% et 3,05%. Les producteurs de céréales dépensent plus en diguettes/cordons pierreux, en zaï, en demi-lunes et en haies vives soient des dépenses moyennes par hectare respectives de 3201,43 F CFA, 2200,33 F CFA, de 537, 07 F CFA et de 307,51 F CFA. Les producteurs de céréales propriétaires de la parcelle sans document formel, propriétaires de la parcelle avec document formel et non-propriétaires de la parcelle représentent respectivement 85,68%, 2,20% et 12,12% des producteurs de céréales de l'échantillon. La formalisation des droits de propriétés n'est pas encore une réalité au Burkina Faso.

Tableau N^o1 : Définition des variables influençant la probabilité et l'intensité de l'adoption des techniques de conservation des eaux et des sols et leur effet attendu

Variables	Description	Effets attendus	Moyenne	Ecart-type
Variables dépendantes				
D_{i1}	1 si le producteur utilise le zaï sur la parcelle et 0 si non		10,78%	0,192
D_{i2}	1 si le producteur utilise les diguettes/cordons pierreux sur la parcelle et 0 si non		13,67%	0,236
D_{i3}	1 si le producteur utilise les demi-lunes sur la parcelle et 0 si non		1,70%	0,033
D_{i4}	1 si le producteur utilise les haies vives sur la parcelle et 0 si non		3,05%	0,059
Variables indépendantes				
Résidu1	Résidu tiré de l'estimation de l'équation des droits de propriété avec document formel	+/-	2,2%	0,043
Résidu 2	Résidu tiré de l'estimation de l'équation des droits de propriété sans document formel	+/-	85,68%	0,245
Titre	1 si le producteur est propriétaire de la parcelle avec document formel et 0 si non	+	12,11%	0,213
Stitre	1 si le producteur est propriétaire de la parcelle sans document formel et 0 si non	+/-	39,79%	0,479
Pente	1 si la parcelle est située sur une pente et 0 si non	+/-	93,95%	0,114
Sexe	1 si le producteur est un homme et si non 0	+/-	97,61%	0,046
Age	L'âge du producteur en années	+/-	48,68	11,25
Occupation	1 si l'activité principale du ménage est l'agriculture et 0 si non	+	95,70%	0,082
Education	1 si le producteur a reçu une éducation formelle et 0 si non	+/-	11,76%	0,208
Volailles	Le nombre de tête de volailles du producteur de céréales	+	13,69	10,553
Bétails	Le nombre de tête de bétails du producteur de céréales	+	3,30	2,630
Statut	1 si le champ est exploité en tant que champ collectif et 0 si non	+/-	93,19%	0,127
TractionA	1 si le producteur a utilisé la traction animale et 0 si non	+	38%	0,471
TractionM	1 si le producteur a utilisé la traction motorisée et 0 si non	+	2,35	1,708
Superficie	La superficie de la parcelle en hectares	-	17,06%	0,283
Vente	1 si le producteur a vendu une partie de sa récolte et 0 si non	+/-	26,84%	0,393
Crédit	1 si le producteur a accès au crédit et 0 si non	+/-	37,25%	0,468
Actrev	1 le producteur mène une activité génératrice de revenu et 0 si non	+	21 218,51	28133, 43
Transfert	Le montant de transfert reçu par le producteur	+	2,2%	0,043

Source : Auteurs

Nous allons comparer le groupe des producteurs de céréales qui sont propriétaires de la parcelle avec des documents formels au groupe des producteurs de céréales qui sont propriétaires de la parcelle sans des documents formels et le groupe des producteurs de céréales qui ne sont pas propriétaires de la parcelle. Le tableau 2 donne les moyennes et les écart-types des différentes variables influençant la probabilité d'adoption des techniques de conservation des eaux et des sols. En analysant les trois groupes de producteurs de céréales, on constate que 69,81% des producteurs de céréales propriétaires des parcelles avec des documents formels ont adopté les techniques de conservation des eaux et des sols tandis que les taux d'adoption des techniques de conservation des eaux et des sols sont de 23,25% et de 21,96% respectivement pour les producteurs de céréales propriétaires des parcelles sans des documents formels et des producteurs de céréales non propriétaires des parcelles. L'analyse montre que les producteurs de céréales propriétaires des parcelles avec des documents formels sont alors ceux qui ont plus adopté les techniques de conservation des eaux et des sols.

Tableau N°2 : Droits de propriété et probabilité d'adoption des techniques de conservation des eaux et des sols

Régime de propriété	Nombre de parcelles	Effectif CES	Effectif Zaï	Effectif Cordons pierreux	Effectif Demi-lunes	Effectif Haies vives
Droit avec titre	106	74 (69,81%)	15 (14,15%)	41 (38,68%)	11 (10,38%)	20 (18,67%)
Droit sans titre	4124	959 (23,25%)	440 (10,67%)	541 (13,12%)	68 (1,65%)	116 (2,81%)
Non-propriétaire	583	128 (21,96%)	64 (10,98%)	76 (13,04%)	3 (0,51%)	11 (1,89%)
Total	4813	1161	519	658	82	147

Source : Calcul à partir des données du PNGT 2, 2011

3. Analyse empirique de l'effet des droits de propriété sur l'adoption des techniques de conservation des eaux et des sols

Les coefficients liés aux résidus dans le modèle probit sont significatifs dans les modèles expliquant la probabilité d'adoption du zaï, des diguettes en cordons pierreux, des demi-lunes et des haies vives. Le tableau 3 présente les résultats de l'estimation du modèle probit multivarié présentant l'effet des droits de propriétés sur la probabilité d'adoption des techniques de conservation des eaux et des sols. Les résultats suggèrent que le régime foncier est corrélé au

terme d'erreur qui influence l'adoption des techniques de conservation des eaux et des sols. Le test de significativité jointe de Wald permet de rejeter l'hypothèse de nullité de ces coefficients ($\chi^2(8) = 41,62$ et $P > \chi^2 = 0,0000$). Ces résultats indiquent que la variable « droit de propriété » est endogène. La prise en compte de l'endogénéité dans la procédure d'estimation rassure que les résultats obtenus soient consistants.

Les résultats montrent que les droits de propriété n'ont aucun impact significatif sur la probabilité d'adoption du zaï. Ces résultats sont similaires à ceux de Besley (1995) et de Séogo et Zohonogo (2019). Les droits de formels n'influencent pas significativement la probabilité d'adoption du zaï au Burkina Faso (Séogo, 2018 ; Séogo et Zohonogo, 2019). La nature des investissements en zaï qui s'inscrivent dans le court terme peut expliquer l'effet non significatif des droits de propriétés sur la probabilité d'adoption du zaï. Généralement, les zaï sont faits chaque année ou en chaque début de la saison hivernale. L'investissement dans le zaï exige moins la sécurisation de la parcelle en ce sens que les fruits de l'investissement peuvent être récupérés au bout d'un cycle d'exploitation.

Les droits de propriété formels ont un effet positif sur la probabilité d'adoption des diguettes en cordons pierreux, des demi-lunes et des haies vives. Dans la mesure où les techniques de conservation des eaux et des sols peuvent prendre plusieurs années pour générer des avantages, en ce qui concerne l'amélioration de l'état du sol et la réponse des cultures, les droits de propriété formels rassurent les producteurs de céréales quant à la possibilité de bénéficier des avantages de leur investissement pendant plusieurs années. La possession de titres fonciers incite les producteurs de céréales à investir dans les diguettes en cordons pierreux, dans les demi-lunes et dans les haies vives. La littérature montre des résultats similaires entre droits de propriété formels et techniques de conservation des eaux et des sols. Dans la région de Wassa au Ghana, le plein droit de propriété a un effet positif significatif sur la plantation d'arbres (Place et Hazell, 1993). La possession d'un titre foncier encourage l'adoption des pratiques agroforestières (Saint-Macary et al., 2010). L'insécurité foncière influence négativement les décisions d'investissement dans les techniques de conservation des eaux et des sols en Ethiopie (Teshome, 2014). La sécurité foncière augmente la probabilité d'adoption des terrasses (Ogada et al., 2010).

Les droits de propriété informels ont un effet positif sur la probabilité d'adoption des demi-lunes. Certains auteurs considèrent les droits de propriété non formels ne permettent pas d'assurer la sécurité foncière et de stimuler l'investissement. L'effet positif des droits de

propriété informels sur la probabilité d'adoption des demi-lunes peut paraître contradictoire mais s'explique dans le cas où les demi-lunes sont considérées comme des investissements à court ou moyen terme. Dans ce cas, les producteurs ne possédants pas de droits sûrs estiment qu'ils pourront récupérer le bénéfice de leur investissement. Aussi les producteurs considèrent la possession de la terre comme un droit de propriété. Ces producteurs ne font donc pas de différence entre droits formels et droits informels et investissent dans la récupération des terres dégradées. Comme le montrent Ouédraogo et Millogo (2007), le statut foncier (héritage, don, prêt à court, prêt à long terme et achat de terres) ne constitue plus un frein à l'investissement dans les techniques de conservation des ressources naturelles comme les demi-lunes.

Contrairement à nos résultats, les droits de propriété n'ont pas toujours eu des effets significatifs sur l'adoption des techniques de conservation des eaux et des sols. C'est le cas de Amsalu et De Graaff (2007) qui montrent que la sécurité foncière n'a aucun impact significatif sur l'adoption des cordons pierreux sur les parcelles agricoles dans une région montagneuse en Éthiopie. Hagos et Holden (2006), dans leur étude sur l'Éthiopie, ont trouvé des effets médiocres de la perception de la sécurité foncière sur la décision d'investir ou non dans les diguettes et les terrasses en pierre.

D'autres facteurs influencent la probabilité d'adoption des techniques de conservation des eaux et des sols. La pente de la parcelle influence positivement la probabilité d'adoption du zaï au Burkina Faso. La pente est positivement liée à la décision d'investissement dans les techniques de conservation des eaux et des sols en Éthiopie (Teshome, 2014). L'âge du producteur de céréales a un effet positif sur la probabilité d'adoption des diguettes en cordons pierreux, des demi-lunes et des haies vives. Comme le montre également Teshome (2014), les décisions d'investissement des agriculteurs dans la conservation des sols sont positivement et significativement liées à l'âge. L'article montre que la pratique d'une activité génératrice de revenu a un effet positif sur la probabilité d'adoption du zaï. Ce résultat est conforme à ceux de Séogo (2018) et de Séogo et Zahonogo, (2019) qui trouvent que la pratique d'une activité génératrice de revenu influence positivement la probabilité d'adoption du zaï au Burkina Faso.

La superficie de la parcelle a un effet négatif sur la probabilité d'adoption du zaï et des haies vives. Contrairement aux résultats de notre recherche, l'adoption des techniques de conservation des eaux et des sols est positivement corrélée à la taille des superficies à emblaver au Mali (Roudart et Dave, 2013). Le sexe masculin du producteur de céréales a un effet négatif sur la probabilité d'adoption des demi-lunes. Nos résultats ne confirment pas ceux de Abebe et

Bekele (2014), de Muzari (2016) et de Akouwerabou et al. (2018) qui montrent que le sexe masculin du chef de ménage influence positivement la probabilité d'adoption des techniques de conservation des eaux et des sols. L'accès au crédit a un effet négatif sur la probabilité d'adoption des diguettes en cordons pierreux, des demi-lunes et des haies vives. La pratique d'une activité génératrice de revenu a un effet négatif sur la probabilité d'adoption des diguettes en cordons pierreux. Le nombre de volailles du producteur de céréales a un effet négatif sur la probabilité d'adoption du zaï et des diguettes en cordons pierreux.

Tableau N°3 : Résultats de l'effet des droits de propriétés sur la probabilité d'adoption des techniques de conservation des eaux et des sols

Variables	Zaï	Diguettes/cordons	Demi-lunes	Haies vives
Constante	-5,943*** (-3,14)	-4,186** (-2,34)	-12,612*** (3,56)	-8,620*** (-2,99)
Titre	-0,193 (-1,05)	0,586*** (3,99)	1,478*** (4,76)	1,398*** (6,86)
Stitre	-0,026 (-0,32)	0,0009 (0,01)	0,499** (2,01)	0,128 (0,93)
Résidu1	1,988 (1,14)	0,564 (0,35)	4,546 (1,30)	-9,819*** (-3,07)
Résidu2	8,141*** (2,82)	5,498** (2,01)	8,797* (1,84)	9,417*** (2,16)
Pente	0,192*** (2,91)	0,057 (0,93)	-0,042 (-0,35)	0,051 (0,49)
Sexe	-0,226 (-1,24)	0,009 (0,05)	-0,603** (-2,11)	0,033 (0,11)
Age	0,024 (1,30)	0,036** (2,06)	0,203*** (4,58)	0,164*** (4,93)
Age2	-0,00005 (-0,36)	-0,0002* (-1,67)	-0,002*** (-4,60)	-0,001*** (-4,89)
Occupation	-0,014 (-0,05)	-0,030 (-0,11)	-0,655*** (-1,40)	-0,767* (-1,68)
Education	-0,037 (-0,35)	0,138 (1,53)	0,090 (0,49)	0,109 (0,69)
Volailles	-0,011** (-2,06)	-0,010* (-1,94)	-0,004 (-0,55)	-0,010 (-1,23)
Bétaïls	0,016** (2,54)	0,006 (0,90)	0,018 (1,63)	0,005 (0,43)
Statut	0,336* (1,78)	-0,621*** (-4,39)	-0,559** (-2,13)	-1,091*** (-4,89)
TractionA	-1,351*** (-7,58)	-0,934*** (-5,43)	0,010 (0,02)	-1,711*** (-5,18)
TractionM	-0,201*** (-3,09)	-0,416*** (-7,02)	-0,466*** (-3,82)	-0,400*** (-3,94)
Superficie	-0,042** (-2,54)	-0,001 (-0,22)	-0,007 (-0,36)	-0,061** (-2,35)
Vente	-0,140 (-1,41)	0,031 (0,37)	-0,001 (-0,01)	1,038*** (8,23)
Crédit	-0,519*** (-6,82)	-0,135** (-2,25)	0,055 (0,47)	-0,196* (-1,89)
Activitérev	0,327*** (5,70)	-0,146*** (-2,74)	0,088 (0,83)	0,012 (0,13)
Transfert	-0,0000009 (-1,49)	0,0000004 (0,82)	-0,0000001 (0,17)	-0,0000004 (-0,60)

***Significatif à 1%, **Significatif à 5% et *Significatif à 10%

Les variables entre parenthèse sont les statistiques Z, le nombre d'observation N est de 4 813

Source : Calcul à partir des données du PNGT 2, 2011

Conclusion

Cet article est une tentative de donner une réponse à la question principale de recherche intitulée : quel est l'effet des droits de propriétés sur l'adoption des techniques de conservation des eaux et des sols au Burkina Faso ? Les droits de propriété occupent une place importante dans les efforts d'investissements des producteurs surtout les investissements qui s'inscrivent dans le long terme. Sur le plan théorique, la définition claire des droits de propriété foncière assure un niveau élevé de sécurité pour l'adoption des techniques de conservation des eaux et des sols. Alors que la théorie néoclassique montre que le système de tenure établissant des droits de propriété individuels et biens définis est le mieux indiqué pour assurer la sécurité foncière, cette idée de la propriété privée est rejetée par la théorie « personhood property theory » de Radin (1982) et la théorie du web des intérêts.

La méthode du maximum de vraisemblance conditionnelle en deux étapes a été utilisée pour estimer le modèle probit multivarié. L'étude a utilisé les données secondaires de l'enquête réalisée par le programme national de gestion des terroirs en 2011. L'analyse a concerné un échantillon de 4 813 parcelles dont 1 121 parcelles sont aménagées en techniques de conservation des eaux et des sols.

Les résultats montrent que les droits de propriétés formels influencent positivement la probabilité d'adoption des diguettes en cordons pierreux, des demi-lunes et des haies vives des producteurs de céréales au Burkina Faso. L'individualisation des droits de propriété assure un niveau de sécurité aux producteurs de céréales et les incite à entreprendre des investissements sur les techniques de conservation des eaux et des sols surtout dans le contexte de dégradation avancée des terres et de pression sur les terres agricoles. Les droits de propriété informels ont seulement un effet positif sur l'adoption des demi-lunes.

Au terme de notre analyse, nous pouvons donc recommander aux producteurs de céréales du Burkina Faso qui sont propriétaires des parcelles avec des documents formels d'utiliser les techniques de conservation des eaux et des sols dans les parcelles. L'Etat devrait également jouer sa partition en facilitant l'accès des producteurs de céréales aux crédits pour leur permettre de formaliser les droits de propriété. L'accès au crédit permettra aux producteurs de céréales de prendre en charge les dépenses relatives à l'acquisition des droits de propriétés formels.

Bibliographie

- Abdulai, A., Owusu, V., & Goetz, R. (2011). Land tenure differences and investment in land improvement measures: Theoretical and empirical analyses. *Journal of Development Economics*, 96 (1), 66-78.
- Abebe, Y., & Bekele, A. (2014). The impact of soil and water conservation program on the income and productivity of farm households in Adama district, Ethiopia. *Science Technology and Arts Research Journal*, 3 (3), 198-203.
- Akouwerabou, B. D., Legala-Keud, G. G., & Bayala, B. A. (2018). Testing gender productivity difference with informal enterprises data: a case study of Burkina Faso. *Entrepreneurship - Development Tendencies and Empirical Approach*, 413-430.
- Ali, D. A., Dercon, S., & Gautam, M. (2011). Property rights in a very poor country : Tenure insecurity and investment in Ethiopia. *Agricultural Economics*, 42 (1), 75-86.
- Alvarez, M. R., & Glasgow, G. (1999). Two-stage estimation of non-recursive choice models. *Political Analysis*, 8 (2), 145-165.
- Amemiya, T. (1978). Estimation of a simultaneous equation generalized probit model. *Econometrica*, 46, 1193-1205.
- Amemiya, T. (1981). Qualitative response models : a survey. *Journal of Economic Literature*, 19 (4), 1483-1536.
- Amsalu, A., & De Graaff, J. (2007). Determinants of adoption and continued use of stone terraces for soil and water conservation in an Ethiopian highland watershed. *Ecological Economics*, 61 (2), 294-302.
- Arnold, C. A. (2002). The reconstitution of property: property as a web of interests. *Harvard Environmental Law Review*, 26 (2), 281-364.
- Bambio, Y., & Agha, S. B. (2018). Land tenure security and investment: Does strength of land right really matter in rural Burkina Faso ? *World Development*, 111, 130-147.
- Besley, T. (1995). Property Rights and investment incentives : Theory and evidence from Ghana. 103 (5): 903-937.

- Bollen, K. A., Guilkey, D. K., & Mroz, T. A. (1995). Binary outcomes and endogenous explanatory variables: tests and solutions with an application to the demand for contraceptive use in Tunisia. *Demography*, 32, 111-131.
- Boserup, E. (1965). The conditions of agricultural growth: The economics of agrarian change under population pressure. *London: Earthscan Publications Ltd.*
- Brasselle, A.-S., Gaspart, F., & Plateau, J.-P. (2002). Land tenure security and investment incentives: puzzling evidence from Burkina Faso. *Journal of Development Economics*, 67 (2), 373-418.
- Bros, C., Desdoigts, A., & Kouadio, H. K. (2019). Land tenure insecurity as an investment incentive: The case of migrant cocoa farmers and settlers in Ivory Coast. *Journal of African Economies, Centre for the studies of African Economies*, 28 (2), 147-175.
- Burgi, J. T. (2008). The dynamics of tenure security, agricultural production and environmental degradation in Africa: Evidence from stakeholders in north-east Ghana. *Land Use Policy*, 25 (2), 271-285.
- Coase, R. H. (1960). The problem of social cost. *Journal of Law and Economics*, 56 (4), 1–13.
- Deininger, K., & Jin, S. (2006). Tenure security and land-related investment: Evidence from Ethiopia. *European Economic Review*, 50 (5), 1245–1277.
- Deininger, K., Ali, D. A., & Alemu, T. (2011). Impacts of land certification on tenure security, investment, and land market participation: Evidence from Ethiopia. *Land Economics*, 87 (2), 312-334.
- Demsetz, H. (1967). Toward a theory of property rights. *American Economic Review*, 57 (2), 347-359.
- Deressa, T. T., Hassan, R. M., Ringler, C., Alemu, T., & Yesuf, M. (2009). Determinants of farmers' choice of adaptation methods to climate change in the Nile Basin of Ethiopia. *Global Environmental Change*, 9 (2), 248–255.
- Dorfman, J. H. (1996). Modeling multiple adoption decisions in a joint framework. *American Journal of Agricultural Economics*, 78 (3), 547-557.

- Enete, A. A., & Amusa, T. A. (2010). Challenges of agricultural adaptation to climate change in Nigéria: A synthesis from the literature challenges. *Field Actions Sciences Reports*, 4, 11 p.
- FAO, F. a. (2013). *FAO Statistical Yearbook 2013. FAO, Rome.*
- Feder, G., & Feeny, D. (1991). Land tenure and property rights: Theory and implications for development policy. *World Bank Economic Review*, 5 (1), 135-153.
- Feder, G., & Onchan, T. (1987). Land Ownership security and farm investment in Thailand. *American Journal of Agricultural Economics*, 69 (2), 311-320.
- Feder, G., Just, R. E., & Zilberman, D. (1985). Adoption of agricultural innovations in developing countries : A survey. *The University of Chicago Press*, 33 (2), 255-298.
- Feder, G., Onchan, T., chalamwong, Y., & Hongladarom, C. (1988). Land policies and farm productivity in Thailand. *Baltimore : Johns Hopkins University Press*, 165 p.
- Fenske, J. (2011). Land tenure and investment incentives: Evidence from West Africa. *Journal of Development Economics*, 95 (2), 137-156.
- Gebremedhin, B., & Swinton, S. M. (2003). Investment in soil conservation in Northern Ethiopia: The role of land tenure security and public programs. *Agricultural Economics*, 29, 69-84.
- Goldstein, M., & Udry, C. (2008). The Profits of power: Land rights and agricultural investment in Ghana. *Journal of Political Economy*, 116 (6), 981-1022.
- Greene, W. H. (2000). *Econometric analysis. 4th Edition Prentice Hall, Englewood Cliffs.*
- Hagos, F. G., & Holden, S. S. (2006). Tenure security, resource poverty, public programs, and household plot-level conservation investments in the highlands of Northern Ethiopia. *Agricultural Economics*, 34 (2), 183-196.
- Heckman, J. J. (1976). The common structure of statistical models of truncation, sample selection and limited dependent variables and a simple estimator for such models . *Annals of Economic and Social Measurement*, 5 (4).
- INERA, I. d. (2000). Bilan de 10 années de recherches 1988-1998. *Document MESSRS/CNRST/ Burkina Faso, édition CTA, 115 p.*

- Jacoby, H. G., & Minten, B. (2007). Is land titling in Sub-Saharan Africa cost-effective? Evidence from Madagascar. *The World Bank Economic Review*, 21 (3), 461-485.
- Kabubo-Mariara, J., Linderhof, V., & Kruseman, G. (2010). Does land tenure security matter for investment in soil and water conservation ? Evidence from Kenya. *African Journal of Agricultural and Resource Economics, African Association of Agricultural Economists*, 4 (2), 1-17.
- Kurukulasuriya, P., & Rosenthal, S. (2003). Climate change and agriculture: A review of impacts and adaptations. *Environment Department Paper No. 91. Climate Change Series. World Bank, Washington, DC.*
- Lawin, K. G. (2017). Droits de propriété foncière, aversion au risque et performance des petits producteurs agricoles. *thèse de doctorat, Université de Laval.*
- Lawry, S., Samii, C., Hall, R., Leopold, A., Hornby, D., & Mtero, F. (2014). The impact of land property rights interventions on investment and agricultural productivity in developing countries: A systematic review. *Campbell Systematic Reviews.*
- Lee, L.-F. (1981). Simultaneous equation models with discrete and censored dependent variables. *Cambridge, MA: MIT Press.*
- Linkow, B. (2016). Causes and consequences of perceived land tenure insecurity: Survey evidence from Burkina Faso. *Land Economics*, 92 (2), 308-327.
- Lûeth, D. (2019). *Land tenure arrangements, soil conservation measures and productivity in Brong-Ahafo Region of Ghana.* Faculty of Agricultural and Nutritional Science.
- MA, M. d. (1999). Stratégie et plan d'action de gestion intégrée de la fertilité des sols. *IFDC-Afrique, Ouagadougou, 101 p.*, 101 p.
- Maddala, G. S. (1983). Limited-dependent and qualitative variables in Econometrics. *Cambridge University Press.*
- McFadden, D. (1974). The revealed preferences of a government bureaucracy: Theory. *The Bell Journal of Economics.*
- Mekomen, A. (2009). Tenure security, resource endowments, and tree growing: Evidence from the Amhara region. *Land Economics*, 85 (2), 292- 307.

- Muzari, W. (2016). Gender disparities and the role of women in smallholder Agriculture in Sub-Saharan Africa . *International Journal of Science and Research.*, 5 (1), 1869-1873.
- Nevey, W. (1987). Efficient estimation of limited dependent variable models with endogenous explanatory variables. *Journal of Econometrics*, 36 (3), 231-250.
- North, D. C. (1990). Institutions, institutional change, and economic performance. *New York : Cambridge University Press.*
- Ogada, M. J., Nyangena, W., & Yesuf, M. (2010). Production risk and farm technology adoption in Rain-fed Semi-Arid lands of Kenya. *Kenya Institute for Public Policy Research and Analysis, Bishops Garden Towers, Bishops Road, 25 p.*
- Otsuka, K., & Place, F. (2001). Land tenure and natural resource management: A comparative study of agrarian communities in Asia and Africa. *International Food Policy Research Institute, Washington DC, 418 p.*
- Ouédraogo, S., & Millogo, M.-C. S. (2007). Système coutumier de tenure des terres et lutte contre la désertification en milieu rural au Burkina Faso. *Natures Sciences Sociétés*, 15, 127-139.
- Peters, P. E. (2004). Inequality and social conflict over land in Africa. *Journal of Agrarian Change*, 4 (3), 269-314.
- Pinckney, T. C., & Kimuyu, P. K. (1994). Land tenure reforms in East Africa: good, bad or unimportant? *Journal of African Economies*, 3 (1), 1-28.
- Place, F., & Hazell, P. (1993). Productivity effects of indigenous land tenure systems in Sub-Saharan Africa. *American Journal of Agricultural Economics*, 75 (1), 10-19.
- Place, F., & Swallow, B. (2000). *Assessing the relationships between property rights and technology adoption in smallholder agriculture: A review of issues and empirical methods.* CAPRI Working paper 2, International Food Policy Research Institute.
- Radin, M. J. (1982). Property and personhood. *Stanford Law Review*, 34, 957-101.
- Rivers, D., & Vuong, H. Q. (1988). Limited information estimation and exogeneity tests for simultaneous probit models. *Journal of Econometrics*, 39 (3), 347-366.

- Roudart, L., & Dave, B. (2013). Superficies agricoles minimales assurant la viabilité économique des exploitations rizicoles familiales de l'Office du Niger (Mali). *Cah Agric*, 22, 411-7.
- Sabo, I., Siri, A., & Zerbo, A. (2010). Analyse de l'impact des subventions de fertilisants chimiques de céréales au Burkina Faso: MEGC micro-simulé. *Document de Travail Numéro: 01/2010, PNUD Ouagadougou, Burkina Faso*.
- Saint-Macary, C., Keil, A., Zeller, M., Heidhues, F., & Dung, P. T. (2010). Land titling policy and soil conservation in the northern uplands of Vietnam. *Land Use Policy*, 27 (2), 617-627.
- Schutjer, W. A., & Van der Veen, M. G. (1977). Economic constraints on agricultural technology adoption in developing nations. *United States Agency for International Development, Occasional Paper No. 5. Washington, DC: USAID*.
- Séogo, W. (2018). Droits de propriétés et production agricole au Burkina Faso. *Thèse de doctorat, Université Ouaga II*.
- Séogo, W., & Zahonogo, P. (2019). Land tenure system innovation and agricultural technology adoption in Burkina Faso: Comparing empirical evidence to the worsening situation of both rural people vulnerability and vulnerable groups' access to land. *African Journal of Science, Technology, Innovation and Development*, 11 (7), 833-842.
- Soule, M. J., Tegene, A., & Wiebe, K. D. (2000). Land tenure and the adoption of conservation practices. *American Journal of Agricultural Economics*, 82 (4), 993-1005.
- SP/CONEDD, S. P. (2006). Revue scientifique sur l'état de la dégradation des terres au Burkina Faso. *Etude réalisée dans le cadre du programme de gestion durable des terres*.
- Teklewold, H., Kassie, M., & Shiferaw, B. (2013). Adoption of multiple sustainable agricultural practices in rural Ethiopia. *Journal of Agricultural Economics*, 64 (3), 597-623.
- Terza, J. V., Basu, A., & Rathouz, P. J. (2008). Two-stage residual inclusion estimation : Addressing endogeneity in health econometric modeling. *Journal of Health Economics*, 27, 531-543.

Teshome, A. (2014). Tenure security and soil conservation investment decisions : Empirical evidence from East Gojam, Ethiopia. *Journal of Development and Agricultural Economics*, 6 (1), 22-32.

Wooldridge, J. M. (2002). Econometric analysis of cross section and panel data. *Cambridge, MA: The MIT Press*.

Zahonogo, P. (2016). Property rights and farmers's investment decisions in Burina Faso. *Ghanaian Journal of Economics*, 4, 139-157.

Annexes : Résultats estimés de l'effet des droits de propriété sur la probabilité d'adoption des techniques de conservation des eaux et des sols au Burkina Faso

Multivariate probit (MSL, # draws = 5) Number of obs
 = 4813
 Wald
 chi2(88) = 889.56
 Log likelihood = -4041.0537 Prob > chi2
 = 0.0000

	Coef.	Std. Err.	z	P>z	[95% Conf. Interval]	
Zaï						
Titre	-.1610202	.1821606	0.88	0.377	-.5180484	.196008
Stitre	-.0191938	.0821776	0.23	0.815	-.1802589	.1418714
residu1	2.401255	1.697551	1.41	0.157	-.925885	5.728394
residu2	8.74887	2.913477	3.00	0.003	3.03856	14.45918
Pente	.1904035	.0662782	2.87	0.004	.0605006	.3203065
Sexe	-.2082186	.1823472	1.14	0.254	-.5656125	.1491753
Chefmenage	-2.778633	.8913509	3.12	0.002	-4.525649	-1.031617
Age	.0256553	.0187586	1.37	0.171	-.0111109	.0624216
Age2	-.0000508	.0001357	0.37	0.708	-.0003168	.0002152
Occupation	-.0828615	.2980012	0.28	0.781	-.6669332	.5012101
Education	-.0342437	.1063079	0.32	0.747	-.2426033	.1741159
Volailles	-.0118694	.0053613	2.21	0.027	-.0223773	-.0013615
Bétails	.0165098	.0061864	2.67	0.008	.0043847	.0286349
Culture	.4640739	.1332421	3.48	0.000	.2029241	.7252236
Statut	.3209781	.1883388	1.70	0.088	-.0481591	.6901154
TractionA	-1.335287	.1731361	7.71	0.000	-1.674628	-.9959467
TractionM	-.2205825	.0652921	3.38	0.001	-.3485526	-.0926124
Superficie	-.042363	.016503	2.57	0.010	-.0747083	-.0100177
Vente	-.1302864	.0991006	1.31	0.189	-.3245201	.0639473
Credit	-.5130505	.0761427	6.74	0.000	-.6622874	-.3638137

Activitérev	.3413379	.0575235	5.93	0.000	.2285939	.4540819
Transfert	-9.35e-07	5.94e-07	1.57	0.116	-2.10e-06	2.30e-07
_cons	-6.289229	1.90855	3.30	0.001	-10.02992	-2.548541
Diguettescordons						
Titre	.6265991	.1442426	4.34	0.000	.3438889	.9093093
Stitre	.0039486	.0735762	0.05	0.957	-.1402582	.1481554
residu1	.4898759	1.568293	0.31	0.755	-2.583922	3.563674
residu2	5.587103	2.730775	2.05	0.041	.2348815	10.93932
Pente	.0550601	.0614232	0.90	0.370	-.0653272	.1754474
Sexe	.0034317	.1676504	0.02	0.984	-.325157	.3320204
Chefmenage	-1.479329	.8296891	1.78	0.075	-3.10549	.1468316
Age	.036303	.017644	2.06	0.040	.0017213	.0708847
Age2	-.0002102	.0001276	1.65	0.099	-.0004603	.0000399
Occupation	-.1047608	.2630139	0.40	0.690	-.6202586	.4107371
Education	.1413219	.0901086	1.57	0.117	-.0352878	.3179315
Volailles	-.0105666	.0051285	2.06	0.039	-.0206182	-.0005151
Bétails	.0045138	.0062594	0.72	0.471	-.0077543	.0167819
Culture	.3299422	.1182534	2.79	0.005	.0981699	.5617146
Statut	-.6272002	.1415302	4.43	0.000	-.9045942	-.3498062
TractionA	-.9644427	.1649295	5.85	0.000	-1.287699	-.6411868
TractionM	-.4115346	.0593025	6.94	0.000	-.5277654	-.2953038
Superficie	-.0009126	.005662	0.16	0.872	-.0120099	.0101847
Vente	.0271618	.0828782	0.33	0.743	-.1352765	.1896
Credit	-.1284576	.059723	2.15	0.031	-.2455124	-.0114027
Activitérev	-.1419887	.0534473	2.66	0.008	-.2467435	-.0372338
Transfert	4.08e-07	5.01e-07	0.81	0.416	-5.75e-07	1.39e-06
_cons	-4.169012	1.783252	2.34	0.019	-7.664121	-.6739021
Demilunes						
Titre	1.3395	.2856173	4.69	0.000	.7797004	1.899299
Stitre	.4063044	.2340591	1.74	0.083	-.0524431	.8650518
residu1	7.621576	3.078337	2.48	0.013	1.588146	13.65501
residu2	7.419738	4.444834	1.67	0.095	-1.291977	16.13145

Pente	-.119484	.1185928	1.01	0.314	-.3519217	.1129536
Sexe	-.6574092	.2830287	2.32	0.020	-1.212135	-.1026831
Chefmenage	-.7775077	1.48055	0.53	0.599	-3.679331	2.124316
Age	.1751731	.0416992	4.20	0.000	.0934441	.2569021
Age2	-.001659	.0003873	4.28	0.000	-.0024182	-.0008999
Occupation	-.4075383	.4338514	0.94	0.348	-1.257871	.4427949
Education	.0715292	.180854	0.40	0.692	-.2829381	.4259965
Volailles	-.0027428	.0071051	0.39	0.699	-.0166685	.0111829
Bétails	.0119205	.0114047	1.05	0.296	-.0104324	.0342734
Culture	-.1219832	.1853261	0.66	0.510	-.4852157	.2412494
Statut	-.4247466	.2603428	1.63	0.103	-.9350091	.0855158
TractionA	.2979571	.3886218	0.77	0.443	-.4637275	1.059642
TractionM	-.4384005	.1201874	3.65	0.000	-.6739635	-.2028375
Superficie	-.0002577	.0114243	0.02	0.982	-.022649	.0221335
Vente	-.1701689	.1727597	0.99	0.325	-.5087717	.168434
Credit	.0065419	.1176451	0.06	0.956	-.2240382	.2371219
Activitérev	.1061992	.1063196	1.00	0.318	-.1021835	.3145818
Transfert	7.27e-08	6.93e-07	0.10	0.916	-1.29e-06	1.43e-06
_cons	-11.36485	2.984277	3.81	0.000	-17.21393	-5.515774

Haievives

Titre	1.35785	.2004391	6.77	0.000	.9649966	1.750703
Stitre	.1261104	.137468	0.92	0.359	-.143322	.3955428
residu1	-9.037472	3.063529	2.95	0.003	-15.04188	-3.033066
residu2	9.48172	4.31377	2.20	0.028	1.026887	17.93655
Pente	.0446628	.1036868	0.43	0.667	-.1585595	.2478851
Sexe	.042304	.2983516	0.14	0.887	-.5424543	.6270623
Chefmenage	-2.921109	1.248308	2.34	0.019	-5.367747	-.47447
Age	.1652274	.0328526	5.03	0.000	.1008374	.2296173
Age2	-.0013043	.0002582	5.05	0.000	-.0018104	-.0007983
Occupation	-1.033095	.4378761	2.36	0.018	-1.891316	-.1748732
Education	.1525898	.1564244	0.98	0.329	-.1539964	.459176
Volailles	-.0112367	.0080804	1.39	0.164	-.0270741	.0046007

Bétaïls	.0003907	.0114103	0.03	0.973	-.0219731	.0227545
Culture	.3203979	.1913424	1.67	0.094	-.0546264	.6954222
Statut	-1.059672	.2225506	4.76	0.000	-1.495863	-.6234811
TractionA	-1.677026	.3187096	5.26	0.000	-2.301686	-1.052367
TractionM	-.3588723	.1005071	3.57	0.000	-.5558626	-.161882
Superficie	-.0501175	.0248532	2.02	0.044	-.0988288	-.0014062
Vente	1.034103	.1245998	8.30	0.000	.789892	1.278314
Credit	-.2598015	.1062232	2.45	0.014	-.4679952	-.0516079
Activitérev	.0215064	.0908959	0.24	0.813	-.1566463	.1996592
Transfert	-3.61e-07	7.07e-07	0.51	0.610	-1.75e-06	1.02e-06
_cons	-8.566436	2.855059	3.00	0.003	-14.16225	-2.970624
<hr/>						
/atrho21	.1844071	.0331895	5.56	0.000	.1193569	.2494573
/atrho31	.1993373	.0608668	3.27	0.001	.0800406	.3186339
/atrho41	-.1445454	.0550277	-2.63	0.009	-	-.0366931
						.2523977
/atrho32	.4403916	.063058	6.98	0.000	.3168003	.5639829
/atrho42	.2246654	.0513588	4.37	0.000	.124004	.3253268
/atrho43	.2405866	.0698854	3.44	0.001	.1036137	.3775594
rho21	.1823448	.0320859	5.68	0.000	.1187934	.2444084
rho31	.1967383	.0585109	3.36	0.001	.0798701	.3082712
rho41	-.143547	.0538938	-2.66	0.008	-	-.0366767
						.2471712
rho32	.413969	.0522517	7.92	0.000	.3066109	.5109266
rho42	.2209602	.0488513	4.52	0.000	.1233723	.3143155
rho43	.2360497	.0659914	3.58	0.000	.1032445	.3605861
<hr/>						
Likelihood ratio test of $\rho_{21} = \rho_{31} = \rho_{41} = \rho_{32} = \rho_{42} = \rho_{43} = 0$;						
chi2(6) = 128.587			Prob > chi2 = 0.0000			
<hr/>						