

La REVUE CEDRES-ETUDES « séries économiques » publie, semestriellement, en français et en anglais après évaluation, les résultats de différents travaux de recherche sous forme d'articles en économie appliquée proposés par des auteurs appartenant ou non au CEDRES.

Avant toute soumission d'articles à la REVUE CEDRES-ETUDES, les auteurs sont invités à prendre connaissance des « recommandations aux auteurs » (téléchargeable sur www.cedres.bf).

Les articles de cette revue sont publiés sous la responsabilité de la direction du CEDRES. Toutefois, les opinions qui y sont exprimées sont celles des auteurs.

En règle générale, le choix définitif des articles publiables dans la REVUE CEDRES-ETUDES est approuvé par le CEDRES après des commentaires favorables d'au moins deux (sur trois en générale) instructeurs et approbation du Comité Scientifique.

La plupart des numéros précédents (65 numéros) sont disponibles en version électronique sur le site web du CEDRES www.cedres.bf

La REVUE CEDRES-ETUDES est disponible au siège du CEDRES à l'Université de Ouaga II et dans toutes les grandes librairies du Burkina Faso et aussi à travers le site web : www.cedres.bf

DIRECTEUR DE PUBLICATION

Pr Idrissa M. OUEDRAOGO, Université Ouaga II

COMITE EDITORIAL

Pr Pam ZAHONOGO, UO2 Editeur en Chef

Pr Noel THIOMBIANO, Université Ouaga II

Pr Denis ACCLASATO, Université d'Abomey Calavi

Pr Akoété AGBODJI, Université de Lomé

Pr Chérif Sidy KANE, Université Cheikh Anta Diop

Pr Eugénie MAIGA Université Norbert Zongo Burkina Faso

Pr Mathias Marie Adrien NDINGA, Université Marien N'Gouabi

Pr Omer COMBARY, Université Ouaga II

Pr Abdoulaye SECK, Université Cheikh Anta Diop

Pr Charlemagne IGUE, Université d'Abomey Calavi

SECRETARIAT D'EDITION

Dr Samuel Tambi KABORE, UO2

Dr Théodore Jean Oscar KABORE, UO2

Dr Jean Pierre SAWADOGO, UO2

Dr Kassoum ZERBO, Université Ouaga II

COMITE SCIENTIFIQUE DE LA REVUE

Pr Abdoulaye DIAGNE, UCAD (Sénégal)

Pr Adama DIAW, Université Gaston Berger de Saint Louis

Pr Gilbert Marie Aké N'GBO Université Félix Houphouët Boigny (Côte d'Ivoire)

Pr Albert ONDO OSSA, Université Omar Bongo (Gabon)

Pr Mama OUATTARA, Université Université Félix Houphouët Boigny (Côte d'Ivoire)

Pr Idrissa OUEDRAOGO, Université Ouaga II

Pr Kimséyinga SAVADOGO, Université Ouaga II

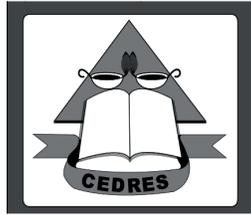
Pr Gnderman SIRPE, Université Ouaga II

Pr Nasser Ary TANIMOUNE, Université d'Ottawa (Canada)

Pr Gervasio SEMEDO, Université de Tours

Pr Pam ZAHONOGO, Université Ouaga II

Centre d'Etudes, de Documentation et de Recherche Economiques et Sociales (CEDRES)



www.cedres.bf

REVUE CEDRES-ETUDES

Revue Economique et Sociale Africaine

REVUE CEDRES-ETUDES N°66

Séries économie

2^{ie} Semestre 2018

Déterminants de l'adoption des technologies agricoles par les ménages agricoles au Niger : rôle de l'éducation

Ousmane DJIBO

*Doctorant en Economie, Département d'Economie, Laboratoire d'études et de recherche sur
l'émergence économique, Faculté des Sciences Economiques
et de Gestion, Université Abdou Moumouni de Niamey, Niger,
Email : ousmanedjibo@yahoo.fr*

Maman Nafiou MALAM

*Enseignant-Chercheur, Département d'Economie, Laboratoire d'études et de recherche sur
l'émergence économique, Faculté des Sciences Economiques et de Gestion,
Université Abdou Moumouni de Niamey, Niger,
E-mail : mnafiou@yahoo.fr*

Résumé

Au Niger, on constate non seulement que la productivité agricole est faible, mais aussi la pauvreté et l'insécurité alimentaire touchent un nombre important de nigériens, alors que le taux d'adoption des technologies agricoles est faible. Ce papier analyse les déterminants de l'adoption des technologies agricoles telles que les semences améliorées, les engrais inorganiques et les produits phytosanitaires par les ménages agricoles au Niger, en s'intéressant au rôle de l'éducation. En utilisant le modèle probit multivarié sur des données en coupe transversale, représentatives des ménages agricoles au Niger, on trouve que les déterminants de l'adoption des technologies agricoles sont, entre autres, le niveau d'études du chef de ménage, l'âge du chef de ménage, la taille des ménages, l'appartenance à une coopérative agricole, le nombre de parcelles détenues, le niveau de revenu et de richesse du ménage, la taille des parcelles, le type de sol et la topographie des parcelles, le mode d'occupation de la parcelle. Pour favoriser l'adoption des technologies agricoles au Niger en vue d'augmenter la productivité agricole, de réduire la pauvreté et d'assurer la sécurité alimentaire des ménages agricoles, un accent particulier doit être mis sur l'éducation du chef de ménage.

***Mots-clés :** Adoption, Ménages Agricoles, Niger, Probit Multivarié, Technologies Agricoles*

Abstract

In Niger, not only the agricultural productivity is low, but also poverty and food insecurity affect many people, while the rate of agricultural technology adoption is low. This paper investigates the determinants of agricultural technology adoption decisions such as improved seeds, inorganic fertilizers and phytosanitary products by Nigerien farm households. We use the multivariate probit model on cross-sectional data that are representative of farm household in Niger. According to the type of agricultural technology, the results show that agricultural technology adoption decisions by farm households are determined by not only the education level of the household head, but also the age of the household head, the size of the household, the membership of agricultural cooperative, the number of plots owned, the level of household income and wealth, the plot size, the types of soil on the plot, the topography of the plot, the land tenure status. To promote the agricultural technology adoption in Niger that increase agricultural productivity, reduce poverty and ensure food security for farm households, emphasis should be placed on the education of the household head.

Keywords : Adoption, Agricultural Technology, Farm Households, Multivariate Probit, Niger

1. Introduction

Comparativement aux autres régions du monde, la productivité agricole est plus faible en Afrique subsaharienne, malgré l'augmentation de la productivité agricole dans le monde (OCDE, 2016) qui explique le recul de la pauvreté. En effet, la pauvreté dans le monde a baissé entre 1990 et 2015 (Banque Mondiale, 2018). Le nombre de personnes vivant dans l'extrême pauvreté est passé de 2 milliards en 1990 à 736 millions en 2015 (Banque Mondiale, 2018). Contrairement aux autres régions du monde, le nombre de pauvres a augmenté en Afrique subsaharienne (Banque Mondiale, 2018). Alors que le nombre de pauvres a fortement baissé en Asie du Sud, passant de un demi-milliard en 1990 à 216 millions en 2015, en Afrique subsaharienne, le nombre de pauvres a augmenté (Banque Mondiale, 2018). Il était à 278 millions en 1990, contre 413 millions en 2015 (Banque Mondiale, 2018). La majorité des pauvres dans le monde se trouve en Afrique subsaharienne. Sur les 28 pays les plus pauvres au monde, 27 sont en Afrique subsaharienne où leurs taux de pauvreté sont supérieurs à 30 pour cent (Banque Mondiale, 2018).

D'autre part, malgré les efforts fournis par les pays dans la réduction de la faim et de la malnutrition, force est de constater que le nombre de personnes sous-alimentées est en augmentation depuis trois ans dans le monde (FAO, FIDA, UNICEF, OMS, & PAM, 2018). Le nombre total de personnes sous-alimentées, ou en situation de manque chronique de nourriture, est passé d'environ 804 millions en 2016 à approximativement 821 millions en 2017 dans le monde, soit 10,9 pour cent environ en 2017 (FAO et al., 2018). L'Afrique est le continent le plus touché par la prévalence de la sous-alimentation (FAO et al., 2018). En effet, la prévalence de la sous-alimentation touche plus de 256 millions de personnes en Afrique, soit à peu près 21 pour cent de la population de l'Afrique (FAO et al., 2018), alors que plus de 515 millions de personnes en Asie sont sous-alimentées en 2017, soit 11,4 pour cent de la population de l'Asie (FAO et al., 2018).

De plus, parmi les 770 millions de personnes qui ont souffert d'insécurité alimentaire grave dans le monde en 2017, près de 375 millions de personnes étaient en Afrique, soit près de 30 pour cent de la population africaine (FAO et al., 2018). A l'instar d'autres sous-régions de l'Afrique subsaharienne, l'Afrique de l'Ouest connaît une hausse significative de la prévalence de la sous-alimentation. Le nombre de personnes sous-alimentées est passé de 46,3 millions en 2016 à 56,1 millions en 2017, soit une augmentation de plus de 21 pour cent (FAO et al., 2018). La prévalence de la sous-alimentation concerne plus de 15 pour cent de la population ouest africaine. Le nombre de personnes sous-alimentées en Afrique de l'Ouest est l'un des plus élevées en Afrique, derrière l'Afrique de l'Est qui compte 132,2 millions de personnes sous-alimentées (FAO et al., 2018).

Selon l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO) (2009), pour satisfaire les besoins alimentaires des populations dans le monde à l'horizon 2050, il est nécessaire d'augmenter les rendements agricoles de façon spectaculaire, soit de 70% par rapport à leur niveau actuel. Cette augmentation des rendements agricoles proviendrait sans doute de l'intensification de la production agricole à travers l'utilisation des nouvelles technologies agricoles par les exploitants agricoles (FAO, 2009), car l'extension des terres agricoles devient de plus en plus difficile à réaliser à cause de la pression démographique (FAO, 2012). Dans les pays en développement, la faible adoption des technologies agricoles explique la baisse des rendements agricoles (FAO, 2009). Selon [la Banque mondiale \(2008\)](#), pour accroître la productivité agricole, réduire la pauvreté et assurer la sécurité alimentaire dans le monde, il est nécessaire d'adopter des technologies agricoles. [Feder, Just, & Zilberman \(1982\)](#) définissent l'adoption comme étant le degré par lequel une nouvelle technologie est utilisée dans un équilibre de long terme lorsque les agriculteurs ont une information complète sur la technologie et son potentiel. Des études ont montré que le niveau d'études des exploitants agricoles explique l'adoption des technologies agricoles dans les pays en développement (Feder et al.,

1982a; Ogada, Mwabu, & Muchai, 2014; Kassie, Shiferaw, & Muricho, 2011; Minten & Barrett, 2008; Solomon Asfaw, Battista, & Lipper, 2015). D'autres déterminants de l'adoption des technologies agricoles existent à savoir le risque, l'incertitude, la taille des parcelles, la propriété de la terre, les accès au crédit et au travail (Feder et al., 1982a), la rentabilité économique (Besley & Case, 1993), les expériences des adoptants et des voisins (Foster & Rosenzweig, 1995), l'appartenance à un groupe et les services de vulgarisation (Bindlish & Evenson, 1997), les réseaux sociaux (CONLEY et UDRY, 2010 ; BANDIERA et RASUL, 2006), les conditions locales, les infrastructures de transport, d'irrigation et de communication (Kohli & Singh, 1997), les perceptions subjectives sur les technologies agricoles (Adesina & Baidu-Forson, 1995; Adesina & Zinnah, 1993), le contact avec les agents de vulgarisation (Hailu, Abriha, & Weldegiorgis, 2014) et la forte variabilité climatique et les chocs climatiques récents, entre autres (Solomon Asfaw et al., 2015).

A l'instar des pays d'Afrique subsaharienne, la productivité agricole est faible au Niger (Salomon Asfaw, Di Battista, & Lipper, 2015). Aussi, plus de 44 pour cent de la population du Niger vit dans l'extrême pauvreté (World Bank, 2013). Le nombre de personnes sous-alimentées dans ce pays a augmenté sur les périodes 2004-2006 et 2015-2017, passant de 2,1 millions entre 2004 et 2006 à 3 millions de personnes entre 2015 et 2017 (FAO et al., 2018). La prévalence de l'insécurité alimentaire grave a touché 7,7 millions de personnes sur la période de 2015-2017, soit plus de 37 pour cent de la population totale (FAO et al., 2018). Or, des études ont montré que l'adoption des technologies agricoles permet non seulement d'augmenter la productivité agricole, mais aussi de réduire la pauvreté et d'assurer la sécurité alimentaire des ménages (Mendola, 2007; Becerril & Abdulai, 2010; Solomon Asfaw et al., 2015). Le Niger est compté parmi l'un des pays les plus pauvres du monde où l'insécurité alimentaire est récurrente (World Bank, 2013). Malgré les avantages liés à l'adoption des technologies agricoles, on constate que le taux d'adoption des technologies agricoles est faible au Niger (Salomon Asfaw et al.,

2015) où plus de 80% de la population dépend, en grande partie, des activités agricoles (INS, 2014). D'où l'intérêt de conduire notre étude sur le cas spécifique du Niger.

Asfaw, Battista, & Lipper (2015) ont trouvé que les taux d'adoption des technologies agricoles à savoir les semences améliorées et les engrais inorganiques sur les parcelles sont respectivement de 2% et 11%. Les faibles taux d'adoption de ces technologies agricoles s'expliquent sans doute par le faible niveau d'études des chefs de ménage, entre autres (Solomon Asfaw et al., 2015). Les auteurs ont trouvé que le niveau d'études des chefs de ménages est un déterminant de l'adoption des intrants agricoles modernes, sans spécifier le type de technologies agricoles. Or, au Niger, il existe un certain nombre de technologies agricoles à savoir les pratiques de conservation des sols, les semences améliorées, les engrais inorganiques, les produits phytosanitaires, les technologies fourragères, les tracteurs et les technologies d'irrigation (Solomon Asfaw et al., 2015). D'après les données dont nous disposons, hormis, les semences améliorées, les engrais inorganiques, les produits phytosanitaires, le taux d'adoption des autres technologies agricoles est très faible¹. Le présent article enrichit la littérature en prenant en compte les technologies agricoles telles que les semences améliorées, les engrais inorganiques, les produits phytosanitaires. De plus, nous nous focalisons sur les semences améliorées et les engrais inorganiques car elles tendent à améliorer la productivité agricole (De Janvry, Dustan, & Sadoulet, 2010), et sur les produits phytosanitaires parce qu'ils permettent d'atténuer les risques de production agricole liés aux maladies de cultures (De Janvry et al., 2010). Dans la littérature existante, selon le contexte et le type de technologies agricoles considérés, les déterminants de l'adoption des technologies agricoles sont multiples et variés. Cela débouche sur la question de savoir comment les niveaux d'études affectent l'adoption des technologies agricoles par les ménages agricoles au Niger ?

¹ Les résultats peuvent être fournis sur demande

L'objectif général de cet article est de déterminer les facteurs explicatifs de l'adoption des semences améliorées, des engrais inorganiques et des produits phytosanitaires par les ménages agricoles nigériens. L'objectif spécifique est de montrer que les niveaux d'études déterminent l'adoption des semences améliorées, des engrais inorganiques et des produits phytosanitaires par les ménages agricoles au Niger. Par conséquent, l'hypothèse à tester est que les niveaux d'études favorisent l'adoption des semences améliorées, des engrais inorganiques et des produits phytosanitaires par les ménages agricoles au Niger.

L'apport de cet article est à plusieurs niveaux. Tout d'abord, on utilise des données représentatives des ménages agricoles au Niger. Ensuite, contrairement à la plupart des études sur les déterminants de l'adoption des technologies agricoles, on met en œuvre le modèle d'estimation probit multivarié. Il est plus approprié pour expliquer les déterminants de l'adoption des technologies agricoles car, il tient compte de la simultanéité, de l'interdépendance et de l'hétérogénéité inobservable dans les décisions d'adoption des technologies agricoles (Alvarez & Nagler, 1998; Dow & Endersby, 2004; Teklewold, Kassie, & Shiferaw, 2012; Solomon Asfaw et al., 2015; Dorfman, 1996). En outre, parmi les déterminants de l'adoption des technologies agricoles, on intègre les perceptions des ménages agricoles sur les chocs agricoles. Enfin, la plupart des études se sont focalisées sur l'étude des déterminants de l'adoption des semences améliorées et des engrais inorganiques (Hailu et al., 2014; Ogada et al., 2014). Le présent article enrichit en ajoutant les déterminants de l'adoption des produits phytosanitaires et en s'intéressant aux niveaux d'études parmi les déterminants de l'adoption de ces technologies agricoles. Aussi, parmi les études réalisées en Afrique Subsaharienne, il existe très peu d'études réalisées en Afrique de l'ouest, et plus particulièrement au Niger.

La suite de ce papier est organisée comme suit : on passe d'abord en revue la littérature sur les facteurs déterminants de l'adoption des technologies agricoles (section 2), ensuite on présente la

méthodologie de l'étude (section 3), les résultats et leurs interprétations (section 4), enfin la conclusion (section 5).

2. Revue de littérature

Dans la littérature théorique sur les déterminants de l'adoption des technologies agricoles, l'on distingue les caractéristiques intrinsèques de la technologie, les facteurs exogènes et endogènes à l'adoptant (Rosenberg, 1976; Roussy, Ridier, & Chaib, 2015). Les caractéristiques intrinsèques de la technologie font référence aux attributs de la technologie (Rosenberg, 1976; Roussy et al., 2015). Les facteurs endogènes à l'adoptant et à l'exploitation sont les caractéristiques de l'adoptant et de l'exploitation. Parmi les facteurs exogènes à l'adoptant, on a les facteurs géographiques et climatiques, les facteurs institutionnels (Binswanger & Sillers, 1983; Byerlee & De Polanco, 1986; Caswell, Lichtenberg, & Zilberman, 1990; Feder & Slade, 1984; Havens & Flinn, 1976; Hiebert, 1974; Leathers, 1991; Lindner, Fischer, & Pardey, 1979; Just & Zilberman, 1983; Yapa & Mayfield, 1978; Feder et al., 1982a), les facteurs socioculturels, les facteurs politiques et réglementaires (Suri, 2011), les infrastructures de transport, d'irrigation, d'information et de communication (Griliches, 1957; Roussy et al., 2015; Feder et al., 1982a; Sundung & Zilberman, 2001), la qualité du sol, la disponibilité de l'eau (Hiebert, 1974), le mode d'occupation de la terre (Bhaduri, 1973; Just & Zilberman, 1983; Newbery, 1975; Scandizzo, 1979; Heady, 1952) et la rentabilité économique (Heady, 1952; Just & Zilberman, 1983; Feder et al., 1982a). Dans cette littérature théorique, l'adoption des technologies agricoles a trait soit au capital humain, soit au capital financier, soit au capital social ou au capital physique.

Dans la littérature empirique sur les déterminants de l'adoption des technologies agricoles, des études ont analysé les déterminants de l'adoption des technologies fourragères (Ansah, Eib, & Amoako, 2015; Wambugu, 2001; Gebremedhin, Ahmed, & Ehui, 2003), des semences améliorées (Kohli & Singh, 1997; Feder et al., 1982a; Feder

& Umali, 1993; Foster & Rosenzweig, 1995; Gecho & Punjabi, 2011; Kassie et al., 2011; Minten & Barrett, 2008; Negatu & Parikh, 1999; Ogada et al., 2014; Shapiro, Sanders, Reddy, & Baker, 1993; Zeller, 1998) des engrais inorganiques (Yanggen, Kelly, Reardon, & Naseem, 1998; Duflo, Kremer, & Robinson, 2011; Hailu et al., 2014; Minten & Barrett, 2008) dans les pays en développement. D'autres études ont analysé les déterminants de l'adoption des pratiques de conservation des terres (Adesina & Baidu-Forson, 1995; Arslan, McCarthy, Lipper, Asfaw, & Cattaneo, 2013; Di Falco, Veronesi, & Yesuf, 2011; Di Falco & Veronesi, 2018; Kassie & Holden, 2007), des stabulations (Kaliba, Featherstone, & Norman, 1997), des technologies d'irrigation (Koundouri, Nauges, & Tzouvelekas, 2006), et des tracteurs (Binswanger, 1989) dans les pays en développement. Parmi ces études, certaines ont mis en évidence le rôle de l'éducation comme facteur déterminant de l'adoption des technologies agricoles (Feder et al., 1982a; Ogada et al., 2014; Kassie et al., 2011; Minten & Barrett, 2008; Solomon Asfaw et al., 2015).

Besley & Case (1993) montrent que la rentabilité économique déterminent l'adoption des technologies agricoles dans les pays en développement. Foster & Rosenzweig(1995) trouvent que les expériences des adoptants et des voisins favorisent l'adoption des semences améliorées en Inde. Bindlish & Evenson(1997) trouvent que l'appartenance à un groupe et les services de vulgarisation déterminent l'adoption des technologies agricoles au Kenya et au Burkina Faso. Conley & Udry (2010) et Bandiera & Rasul(2006) trouvent aussi que les réseaux sociaux et l'expérience de l'adoptant déterminent l'adoption respective des variétés améliorées d'ananas au Ghana et du tournesol au Mozambique. Shapiro, Sanders, Reddy, & Baker(1993) trouvent que la rentabilité économique détermine l'adoption des variétés améliorées du mil et du haricot au Niger. Kohli & Singh (1997) montrent que les conditions locales, les infrastructures de transport, d'irrigation et de communication expliquent l'adoption des variétés améliorées de blé et de riz dans la région de Punjab en Inde. Zeller (1998) trouvent, entre autres, que l'accès au crédit, aux intrants

agricoles augmente la probabilité d'adopter le maïs hybride au Malawi. Cette probabilité d'adopter le maïs hybride baisse avec les coûts de transaction d'accès aux marchés des intrants agricoles. [Gecho & Punjabi \(2011\)](#) montrent que l'accès au crédit, les prix des intrants agricoles, l'expérience du chef de ménage et la détention d'une radio par le ménage, entre autres, expliquent l'adoption du maïs amélioré à Damot Gale en Ethiopie. ([Adesina & Baidu-Forson, 1995](#); [Adesina & Zinnah, 1993](#)) montrent, respectivement, au Burkina Faso, en Guinée et au Sierra Leone, que les perceptions subjectives que les agriculteurs ont, respectivement, sur les caractéristiques des nouvelles variétés de sorgho et de riz affectent leurs décisions d'adopter ces technologies agricoles. [Negatu & Parikh\(1999\)](#) trouvent que les perceptions sur le rendement et la commercialisation du blé amélioré expliquent son adoption par les agriculteurs en Ethiopie. Par ailleurs, [Duflo, Kremer, & Robinson \(2011\)](#) montrent que l'inadaptation des engrais chimiques aux sols, l'incapacité à épargner et l'information imparfaite sur la rentabilité et le mode d'utilisation des engrais chimiques expliquent leur non-adoption au Kenya. [Hailu, Abrha, & Weldegiorgis \(2014\)](#) trouvent que le travail non agricole et le contact avec les agents de vulgarisation augmentent la probabilité d'adoption des engrais chimiques en Ethiopie. Aussi, la sécurité foncière, les infrastructures d'irrigation, l'accès au crédit augmentent la probabilité d'adopter les engrais chimiques et les semences améliorées. La probabilité baisse chez les ménages agricoles qui détiennent du bétail.

Les facteurs tels que le capital humain, ainsi que le risque, l'incertitude, la taille des parcelles, la propriété de la terre, les accès au crédit et au travail déterminent l'adoption des technologies agricoles dans les pays en développement ([Feder et al., 1982a](#)). [Kassie, Shiferaw, & Muricho \(2011\)](#) trouvent que le niveau d'études de l'exploitant, la taille des exploitations agricoles, l'accès au marché foncier, le nombre de parcelles détenues par le ménage et l'appartenance à une organisation agricole locale déterminent l'adoption des variétés améliorées d'arachide en Ouganda. [Ogada, Mwabu, & Muchai \(2014\)](#) trouvent, entre autres, que le niveau

d'étude du chef de ménage, l'espérance d'un rendement élevé, la taille des parcelles déterminent l'adoption conjointe des engrais inorganiques et des variétés améliorées de maïs au Kenya. Par contre, la forte variabilité des rendements réduit cette probabilité d'adoption des engrais inorganiques et des variétés améliorées de maïs. [Hailu, Abriha, & Weldegiorgis \(2014\)](#) et [Ogada, Mwabu, & Muchai \(2014\)](#) montrent que les hommes chefs de ménage ont plus de chance d'adopter les engrais inorganiques et le maïs amélioré que les femmes chefs de ménage. De leur côté, [Minten & Barrett \(2008\)](#) trouvent que le taux d'alphabétisation, la détention d'un titre foncier, la pluviométrie, entre autres, expliquent l'adoption des engrais chimiques, des technologies de semis de transplantation, du riz amélioré et du Système de Riz Intensif (SRI) à Madagascar. [Asfaw, Battista, & Lipper \(2015\)](#) ont trouvé que le niveau d'études du chef de ménage favorise l'adoption des intrants agricoles modernes, alors que la forte variabilité climatique et les chocs climatiques récents, entre autres, réduisent la probabilité d'adoption des intrants agricoles modernes au Niger. On peut compléter leurs résultats en spécifiant selon le type de technologies agricoles à l'aide d'un probit multivarié, ce qui nécessite l'exploitation des données appropriées.

3. Méthodologie de l'étude

3.1. Modèles théorique, empirique et spécification

3.1.1. Modèle théorique

Nous partons du modèle des ménages agricoles où le ménage agricole est rationnel et averse au risque (De Janvry et al., 2010; Foster & Rosenzweig, 2010; Solomon Asfaw et al., 2015; Feder et al., 1982a). Selon la théorie de l'utilité espérée, en cas d'aversion au risque, le ménage agricole préfère un profit sans risque par rapport à un profit risqué. Dans ce cas, l'objectif du ménage agricole est la maximisation de l'utilité en terme de profit agricole espéré sous les contraintes des technologies agricoles, les contraintes de revenu, de travail, les

contraintes de disponibilité de la terre (De Janvry et al., 2010; Solomon Asfaw et al., 2015). La fonction de profit du ménage agricole peut s'exprimer ainsi :

$$E(\Pi_{t+1}) = Pa_t Qa_t (La_t, Ka_t, Ta_t) - wLa_t - rKa_t - lTa_t \quad (1)$$

Où $E(\Pi_{t+1})$ représente le profit espéré à la période $t+1$, P_{at} et Q_{at} , représentent, respectivement, le prix de la production agricole et la quantité de produits agricoles produite à la période t . L_{at} , K_{at} , T_{at} sont, respectivement, les facteurs travail, capital et le facteur terre disponibles à la période t . w , r , l représentent, respectivement, le taux de salaire, la rémunération du capital et la rémunération du facteur terre. Le ménage agricole adopte une technologie agricole lorsqu'en cas s'adoption de cette technologie agricole, son profit espéré devient positif. Ce profit espéré peut s'exprimer en termes d'utilité. Donc, la décision du ménage i d'adopter la technologie agricole j sur la parcelle l intervient lorsque l'utilité (U_{Ai}) associée à l'adoption de la technologie agricole est supérieure à l'utilité (U_{NAi}) associée à la non-adoption de la technologie agricole, c'est-à-dire $A_{ij}^l = 1$ si $U_{Ai} > U_{NAi}$. L'utilité U_{Ai} du ménage agricole qui adopte la technologie agricole est $U_{Ai} = X_{Ai} + u_{ai}$ où X_{Ai} représente les variables explicatives et u_{ai} est le terme d'erreur, et l'utilité U_{NAi} du ménage agricole qui n'adopte pas la technologie agricole est $U_{NAi} = X_{NAi} + u_{nai}$ où X_{NAi} représente les variables explicatives et u_{nai} est le terme d'erreur. Alors, la probabilité que le ménage agricole i adopte la technologie agricole j sur la parcelle l peut s'exprimer comme suit :

$$P(A_{ij}^l = 1) = P(U_{Ai} > U_{NAi})$$

$$P(A_{ij}^l = 1) = P(X_{Ai} + u_{ai} > X_{NAi} + u_{nai})$$

$$P(A_{ij}^l = 1) = P(X_{Ai} - X_{NAi} > u_{nai} - u_{ai})$$

$$P(A_{ij}^l = 1) = P(u_{nai} - u_{ai} < X_{Ai} - X_{NAi})$$

$$P(A_{ij}^l = 1) = P(u_i < X'_{iB}) \text{ avec } u_i = u_{nai} - u_{ai} \quad \text{et} \quad X'_{iB} = X_{Ai} - X_{NAi}$$

où u_i est le terme d'erreur qui est normalement distribué de façon

multinomiale, dont la moyenne est nulle et de variance-covariance Σ . La probabilité d'adoption des technologies agricoles en fonction de la fonction de répartition est :

$$P(A_{ij}^l = 1) = F(X'_{iB}) \quad (2)$$

Où F est la fonction de distribution cumulative, X_i représente les variables explicatives. B représente les paramètres à estimer. La probabilité que le ménage agricole i adopte la technologie agricole j sur la parcelle l en fonction de la densité de probabilité est

$P(A_{ij}^1 = 1/B, \Sigma) = \int_{-\infty}^{A_j} \phi(A_{ij}^{l*} / X_{iB}, \Sigma) dA_{ij}^{l*}$ avec ϕ la fonction de densité de probabilité de la distribution normale multivariée, Σ la matrice de variance-covariance et A_{ij}^{l*} est une fonction linéaire des caractéristiques observables.

3.1.2. Modèle empirique et spécification

Le ménage agricole i adopte la technologie j sur la parcelle l c'est-à-dire $A_{ij}^l = 1$ si et seulement si $A_{ij}^{l*} = U_{Ai} > U_{NAi}$ et $A_{ij}^l = 0$ lorsque $A_{ij}^{l*} = U_{Ai} < U_{NAi}$. Cela peut s'exprimer de la façon suivante :

$$A_{ij}^l = \begin{cases} 1 & \text{si } A_{ij}^{l*} > 0 \\ 0 & \text{sinon} \end{cases} \quad (3)$$

A_{ij}^{l*} est une variable latente qui n'est observée que lorsque le ménage agricole prend la décision d'adopter ou pas la technologie agricole. En référence à [Maddala \(1983\)](#); [Alvarez & Nagler \(1998\)](#); [Powers & Xie \(2000\)](#) et [Asfaw, Battista, & Lipper \(2015\)](#), on suppose que A_{ij}^{l*} est une fonction linéaire des caractéristiques observables.

$$A_{ij}^{l*} = \alpha X_i + \beta Z_k + \mu G_h + u_{ikh} \quad (4)$$

A_{ij}^{l*} est fonction des caractéristiques des ménages agricoles X_i telles que la taille du ménage, le nombre de parcelles et le nombre

d'animaux détenus par le ménage, le niveau de richesse du ménage, entre autres, des caractéristiques locales Z_k , à savoir la localisation des parcelles, la fertilité des sols, les conditions climatiques, entre autres, des caractéristiques du chef de ménage G_h à savoir l'âge et le sexe du chef de ménage, le niveau d'études du chef de ménage et du terme d'erreur u_{ikh} qui prend en compte, entre autres, les caractéristiques inobservables spécifiques liées aux ménages agricoles. Et α , β , μ représentent les paramètres à estimer. Pour estimer ce modèle, on utilise le probit multivarié, car il est plus approprié pour analyser les déterminants de l'adoption d'un ensemble de technologies agricoles (Alvarez & Nagler, 1998; Dow & Endersby, 2004; Teklewold et al., 2012; Solomon Asfaw et al., 2015; Dorfman, 1996). Les variables à expliquer sont les décisions d'adoption des semences améliorées, des engrais inorganiques et des produits phytosanitaires. Elles sont des variables discrètes qui prennent, respectivement, la valeur 1 lorsque les ménages agricoles adoptent l'une d'entre elles et 0 si les ménages agricoles n'adoptent aucune de ces technologies agricoles (Tableau 1). Les variables explicatives sont les variables prises en compte dans notre modèle (*cf.* Tableau 1).

3.2. Données et statistiques descriptives

On utilise les données de l'Enquête sur les Conditions de Vie des Ménages Agricoles (ECVMA) conduite en 2014 par l'Institut National de la Statistique du Niger (INS). Les données sont collectées de la façon suivante. Tout d'abord, un échantillon représentatif des ménages au Niger a été constitué. L'échantillon est obtenu par un tirage aléatoire à deux degrés. Au premier degré, les zones de dénombrements ou grappes sont tirées avec des probabilités proportionnelles à leur taille. Au final, 270 zones de dénombrement ou grappes ont été retenues parmi les 8064 zones de dénombrement recensées dans le pays. Au deuxième degré, les ménages sont tirés avec des probabilités égales dans chaque zone de dénombrement. 12 ménages en milieu urbain et 18 ménages en milieu rural ont été tirés,

respectivement et de façon aléatoire, dans chaque zone de dénombrement. Au total, 4000 ménages ont été enquêtés. L'échantillon regroupe les ménages issus des 8 régions du pays à savoir Agadez, Diffa, Dosso, Maradi, Tahoua, Tillabéry, Zinder et Niamey (la capitale). L'enquête s'est déroulée sur deux passages. Le premier passage a concerné la période des semailles, de septembre à novembre 2014, et le deuxième passage a été effectué sur la période des moissons, de décembre 2014 à février 2015. Ensuite, trois questionnaires ont été administrés pour chaque passage dont un questionnaire ménage, un questionnaire agricole et un questionnaire communautaire. Le questionnaire ménage recueille des informations sur les caractéristiques du ménage et les caractéristiques sociodémographiques des membres du ménage. Le questionnaire agricole collecte des données sur l'accès à la terre, les caractéristiques des parcelles et des champs et les données sur les perceptions du changement climatique, entre autres. Le questionnaire communautaire prend en compte des données sur l'existence et l'accessibilité aux services sociaux, des données sur les prix à la consommation, entre autres. A l'issue de cette enquête, deux bases de données correspondantes aux deux passages ont été obtenues. Compte tenu de la particularité des données des deux passages, on a fusionné les données des deux passages afin d'obtenir une base de données unique en 2014. Du fait de l'insuffisance des données concernant l'élevage, notre étude s'intéresse aux ménages qui pratiquent l'agriculture et qui exploitent leurs parcelles. La définition des variables et leur statistique descriptive sont données dans le Tableau 1. Au final, on a 1395 ménages agricoles exploitant 4978 parcelles.

Le taux d'adoption des semences améliorées, des engrais inorganiques et des produits phytosanitaires, sur les parcelles exploitées par les ménages agricoles, représente, respectivement, 2,86%, 22,1% et 9,57% en moyenne. Le taux d'adoption des semences locales, des résidus de culture et des engrais organiques est, respectivement, de 90,17%, 30,04% et 38,75% en moyenne.

L'âge moyen du chef de ménage agricole est de 47 ans. Les hommes sont chefs de ménage dans 90% des ménages agricoles, alors qu'ils ne contrôlent le revenu du ménage que dans 36% des ménages agricoles. La majorité des chefs de ménage agricole n'a aucun niveau d'études, soit plus de 95% des chefs de ménage agricole. Seulement, 3,84% des chefs de ménage agricole de notre échantillon disposent d'un niveau d'études primaire. Très peu des chefs de ménage agricole possèdent des niveaux d'études secondaire et supérieur. Ce sont respectivement 0,4% et 0,18% des chefs de ménage agricole. D'après les résultats du test d'indépendance², on trouve que le niveau d'études du chef de ménage agricole est significativement associé à l'adoption respective des semences améliorées et des engrais inorganiques. Par contre, aucune différence significative de niveau d'études du chef de ménage n'est observée entre les ménages agricoles qui adoptent les produits phytosanitaires et leurs contrefactuels.

La superficie moyenne des parcelles exploitées par les ménages agricoles est d'environ 2,57 ha. Plus de 95% des chefs de ménage agricole n'ont aucun niveau d'études. En moyenne, 71,9% des ménages agricoles sont propriétaires des parcelles qu'ils exploitent. 71,33% en moyenne des parcelles exploitées par les ménages agricoles sont situées sur des plaines.

En moyenne, 9,41% et 2,09% des ménages agricoles ont été, respectivement, affectés par la sécheresse et l'irrégularité des pluies, et les attaques acridiennes. La hausse des prix des intrants agricoles affecte en moyenne 1,96% des ménages agricoles.

² Les résultats du test d'indépendance peuvent être fournis sur demande.

Tableau 1: Statistiques descriptives sur les variables de l'étude

Variables	Définitions des variables	Moyenne
Semences améliorées	1 si le ménage agricole utilise des semences améliorées sur la parcelle, 0 sinon	0.0286
Engrais inorganiques	1 si le ménage agricole utilise au moins l'un des engrais inorganiques sur la parcelle, 0 sinon	0.2210
Produits phytosanitaires	1 si le ménage agricole utilise au moins l'un des produits phytosanitaires sur la parcelle, 0 sinon	0.0957
Semences locales	1 si le ménage agricole utilise des semences locales sur la parcelle, 0 sinon	0.9017
Résidus de culture	1 si le ménage agricole utilise des résidus de culture sur la parcelle, 0 sinon	0.3004
Engrais organiques	1 si le ménage agricole utilise des engrais organiques sur la parcelle, 0 sinon	0.3875
Age chef de ménage	Age du chef de ménage en année	47.8301
Sexe chef de ménage (homme=1)	1 si le chef de ménage est un homme, 0 sinon	0.8990
Chef de ménage aucun niveau	1 si le chef de ménage n'a aucun niveau d'études, 0 sinon	0.9558
Chef ménage niveau primaire	1 si le chef de ménage a un niveau d'études primaire, 0 sinon	0.0384
Chef ménage niveau secondaire	1 si le chef de ménage a un niveau d'études secondaire, 0 sinon	0.0040
Chef ménage niveau supérieur	1 si le chef de ménage a un niveau d'études supérieur, 0 sinon	0.0018
Taille du ménage	le nombre de personnes dans le ménage	7.4350
Contrôle du revenu (homme=1)	1 si la personne qui contrôle le revenu dans le ménage est un homme, 0 sinon	0.3608
Indice de richesse (axe 1)	Analyse en composante principale sur les actifs ³ détenus par le ménage, en retenant les deux principaux axes (axes 1 et 2)	1.1667
Indice de richesse (axe 2)		-0.0487
Indice des équipements (axe 1)	Analyse en composante principale sur les équipements ⁴ agricoles détenus par le ménage, en retenant les deux principaux axes (axes 1 et 2)	-0.9285
Indice des équipements (axe 2)		-0.0689
Dépenses non alimentaires par tête	Les dépenses non alimentaires par tête et par an du ménage en Fcfa	64454.729 9
Dépenses alimentaires par tête	Les dépenses alimentaires par tête et par an du ménage en Fcfa ⁵	136039.93

³ Les actifs pris en compte sont fauteuil, salon, chaise, table, table à manger, lit, matelas, autre meuble, fer, réchaud à gaz, réchaud à pétrole, machine à coudre, Moulinex, cuisinière, foyer, réfrigérateur, ventilateur, climatiseur, radio, télévision, magnétoscope, décodeur, moto, vélo, appareil photo, instrument de musique, portable, caméra, brouette, ordinateur, groupe et téléphone.

⁴ Les équipements agricoles pris en compte sont houe, machette, hilaire, pelle, pioche, hache, sarceuse, charrue, charrette, tracteur, joug, semoir, pulvérisateur, moto pompe, poudreuse, arrosoir, batteuse, grenier, générateur, séchoir, décortiqueuse et bétail.

⁵ L'unité monétaire dont 1€=655,957 FCFA, le taux est fixe.

		32
Nombre d'animaux détenus	Le nombre d'animaux détenus par le ménage	5.3158
Nombre de parcelles détenues	Le nombre de parcelles détenues par le ménage	6.7895
Membre d'une coopérative	1 si le ménage est membre d'une coopérative agricole, 0 sinon	0.0983
Conseils agricoles reçus	1 si un membre du ménage a reçu des conseils agricoles, 0 sinon	0.2467
Superficie des parcelles	La superficie des parcelles en mètre carré (m ²) ⁶ , estimation GPS (<i>Global Positioning System</i>)	25782.040
		7
Sableux	1 si le sol de la parcelle est sableux, 0 sinon	0.7327
Limoneux	1 si le sol de la parcelle est limoneux, 0 sinon	0.0779
Argileux	1 si le sol de la parcelle est argileux, 0 sinon	0.1288
Glacis	1 si le sol de la parcelle est glacis, 0 sinon	0.0606
Vallée	1 si la parcelle se trouve sur une vallée, 0 sinon	0.0804
Colline	1 si la parcelle se trouve sur une colline, 0 sinon	0.0438
Plaine	1 si la parcelle se trouve sur une plaine, 0 sinon	0.7133
Pente douce	1 si la parcelle se trouve sur une pente douce, 0 sinon	0.1488
Pente raide	1 si la parcelle se trouve sur une pente raide, 0 sinon	0.0137
Propriété	1 si la parcelle est occupée sous forme de propriété, 0 sinon	0.7190
Copropriété	1 si la parcelle est occupée sous forme de copropriété, 0 sinon	0.1493
Location	1 si la parcelle est occupée sous forme de location, 0 sinon	0.0173
Hypothèque	1 si la parcelle est occupée sous forme d'hypothèque, 0 sinon	0.0123
Prêt	1 si la parcelle est occupée sous forme de prêt, 0 sinon	0.0986
Sécheresse/Pluie irrégulière	1 si le ménage a été négativement affecté par une sécheresse ou une pluie irrégulière au cours des 12 derniers mois, 0 sinon	0.0941

Taux élevé des maladies de cultures	1 si le ménage a été négativement affecté par un taux élevé des maladies de cultures au cours des 12 derniers mois, 0 sinon	0.0258
Attaque acridienne	1 si le ménage a été négativement affecté par une attaque acridienne au cours des 12 derniers mois, 0 sinon	0.0209
Baisse importante des prix des produits agricoles	1 si le ménage a été négativement affecté par une baisse importante des prix des produits agricoles au cours des 12 derniers mois, 0 sinon	0.0114
Prix élevé des intrants agricoles	1 si le ménage a été négativement affecté par un prix élevé des intrants agricoles au cours des 12 derniers mois, 0 sinon	0.0196
Prix élevé des produits	1 si le ménage a été négativement affecté par un prix élevé des produits alimentaires au cours des 12 derniers mois, 0 sinon	0.0784

⁶ 1m²=10⁻⁴ha (hectare)

alimentaires	cours des 12 derniers mois, 0 sinon	
Main d'œuvre non familiale	1 si le ménage a utilisé de la main d'œuvre non familiale (salarie) sur la parcelle, 0 sinon	0.1227
Entraide	1 si le ménage a utilisé de l'entraide sur la parcelle, 0 sinon	0.0803
Nombre observations		4978

Source : AUTEURS, données ECYMA, 2014

4. Résultats et interprétations

Nous présentons les résultats de l'estimation du modèle probit multivarié (*cf.* Tableau 2). Afin de tenir compte de l'hétérogénéité entre les localités, l'estimation est réalisée, en retenant les clusters au niveau des communes. Le test du ratio de vraisemblance est significatif à 1%. L'hypothèse selon laquelle il y a une corrélation entre les termes d'erreur des trois équations d'adoption des technologies agricoles n'est pas rejetée. Les résultats montrent une corrélation positive et significative, d'une part, entre les décisions d'adoption des semences améliorées et des engrais inorganiques, et d'autre part, entre les décisions d'adoption des engrais inorganiques et des produits phytosanitaires. Ceci signifie que les utilisations des engrais inorganiques et des produits phytosanitaires sont complémentaires, de même que les utilisations des semences améliorées et des engrais inorganiques. Ces résultats ont des implications importantes en termes de politique agricole.

Nous trouvons que le niveau d'études secondaires du chef de ménage affecte positivement et significativement la probabilité des ménages agricoles à adopter les engrais inorganiques. Ceci corrobore l'étude de [Ogada, Mwabu, & Muchai \(2014\)](#). Par contre, les chefs de ménage agricole avec un niveau d'études secondaire ont moins de chance d'adopter les produits phytosanitaires, comparativement aux chefs de ménage agricole sans aucun niveau d'études. De plus, les résultats montrent que le niveau d'études supérieures du chef de ménage influence négativement et de façon significative la probabilité des ménages agricoles à adopter les semences améliorées, les engrais inorganiques et les produits phytosanitaires. Ces résultats peuvent s'expliquer par le fait que les chefs de ménage agricole avec un niveau d'études supérieures ont plus de connaissances sur les inconvénients de ces différentes technologies agricoles, ce qui constitue un frein dans l'adoption

des technologies agricoles. Le niveau d'études primaire du chef de ménage agricole n'a aucun effet sur la probabilité d'adopter les semences améliorées, les engrais inorganiques et les produits phytosanitaires. On pourrait dire que le niveau de connaissance sur les technologies agricoles n'est pas suffisant pour orienter la décision de leurs adoptions.

Par ailleurs, nous trouvons, entre autres, que les dépenses non alimentaires du ménage agricole, l'appartenance d'un membre du ménage à une coopérative agricole et les attaques acridiennes subies par les ménages agricoles ont un impact positif et significatif sur la probabilité d'adopter les semences améliorées. Autrement dit, un accroissement de ces différents facteurs entraîne une hausse de la probabilité des ménages agricoles à adopter les semences améliorées. Cependant, nous trouvons que l'utilisation des semences locales, la taille des exploitations agricoles, la sécheresse et l'irrégularité des pluies et la hausse des prix des intrants agricoles influencent négativement et de façon significative la probabilité des ménages agricoles à adopter les semences améliorées. La relation de substituabilité entre les utilisations des semences améliorées et des semences locales est confirmée. Les chocs agricoles négatifs tels que la sécheresse, l'irrégularité des pluies et la hausse des prix des intrants agricoles entraînent une baisse de la probabilité des ménages agricoles à adopter les semences améliorées. [Asfaw, Battista, & Lipper \(2015\)](#) trouvent également que les variabilités climatiques et les chocs négatifs de pluviométrie entraînent une baisse de la probabilité des ménages agricoles à adopter les intrants agricoles modernes au Niger. Les ménages agricoles dont les parcelles se trouvent sur les vallées, ont plus de chance d'adopter les semences améliorées que ceux dont les parcelles sont sur les pentes douces et sur les pentes raides, respectivement. Par ailleurs, nous trouvons que l'utilisation des engrais organiques, la taille du ménage, les dépenses non alimentaires du ménage, ainsi que la hausse des prix des intrants agricoles et le niveau de richesse du ménage affectent

positivement et significativement la probabilité des ménages agricoles à adopter les engrais inorganiques. Nous trouvons une relation de complémentarité entre les utilisations des engrais organiques et des engrais inorganiques. Le même résultat est obtenu par [Marenya & Barrett \(2007\)](#) dans leur étude réalisée au Kenya. Par contre, l'âge du chef de ménage agricole, ainsi que le taux élevé des maladies de cultures ont un impact négatif et significatif sur la probabilité des ménages agricoles à adopter les engrais inorganiques. Les ménages agricoles dont les parcelles sont situées, respectivement sur les plaines et sur les pentes douces, ont moins de chance d'adopter les engrais inorganiques que ceux dont les parcelles se trouvent sur les vallées. [Asfaw, Battista, & Lipper \(2015\)](#) trouvent des résultats similaires dans leur étude sur les déterminants de l'adoption des pratiques d'adaptation au changement climatique au Niger. D'autre part, la probabilité des ménages agricoles à adopter les produits phytosanitaires augmente, respectivement, avec le niveau de richesse et le nombre de parcelles détenues par les ménages agricoles. Bien que le taux élevé des maladies de cultures et les attaques acridiennes subies par les ménages agricoles aient un impact positif sur leur probabilité à adopter les produits phytosanitaires, ils sont non significatifs.

Tableau 2 : les déterminants de l'adoption des semences améliorées, des engrais inorganiques et des produits phytosanitaires : résultats de l'estimation probit multivarié

VARIABLES	Semences améliorées	Engrais inorganiques	Produits phytosanitaires
Semences locales	-1.843*** (0)	0.0644 (0.657)	0.0511 (0.738)
Résidus de culture	0.909*** (0.000893)	0.0921 (0.313)	0.314** (0.0238)
Engrais organiques	0.323** (0.0114)	0.351*** (5.02e-05)	0.350*** (0.00143)
Age chef de ménage	0.00298 (0.559)	-0.00758** (0.0124)	-0.00396 (0.229)
Sexe chef de	-0.305	-0.103	0.123

ménage (Homme=1)	(0.300)	(0.435)	(0.328)
Chef ménage niveau primaire	-0.678 (0.253)	-0.0650 (0.752)	-0.121 (0.655)
Chef ménage niveau secondaire	-0.457 (0.369)	0.848* (0.0890)	-0.701* (0.0951)
Chef ménage niveau supérieur	-3.336*** (0.000691)	-5.753*** (9.84e-11)	-3.354*** (0.000872)
Taille du ménage	0.00819 (0.758)	0.0421** (0.0156)	0.00864 (0.752)
Contrôle du revenu (Homme=1)	0.0383 (0.826)	0.0816 (0.395)	-0.0272 (0.842)
Log (dépense non alimentaires par tête)	0.440** (0.0191)	0.252*** (0.00885)	0.0476 (0.609)
Log (dépense alimentaires par tête)	-0.239 (0.208)	-0.00854 (0.936)	0.302* (0.0598)
Indice de richesse (axe 1)	0.160* (0.0671)	0.0555 (0.161)	-0.0530 (0.189)
Indice de richesse (axe 2)	-0.00304 (0.960)	0.193*** (3.02e-06)	0.149*** (0.000117)
Indice des équipements (axe 1)	0.0160 (0.803)	0.0699 (0.152)	-0.0189 (0.704)
Indice des équipements (axe 2)	0.0752 (0.354)	-0.0780 (0.139)	0.0791 (0.316)
Nombre d'animaux détenus	-0.0329 (0.158)	-0.00611 (0.757)	-0.0262 (0.165)
Nombre de parcelles détenues	-0.0429 (0.210)	0.00513 (0.829)	0.0437** (0.0468)
Membre d'une coopérative	0.500* (0.0534)	0.182 (0.165)	0.0193 (0.938)
Conseils agricoles reçus	0.0839 (0.671)	0.0660 (0.658)	0.00162 (0.989)
Log (superficie des parcelles)	-0.0872** (0.0337)	0.0253 (0.394)	0.00116 (0.955)
Main d'œuvre non familiale	-0.0685 (0.712)	0.114 (0.373)	0.158 (0.237)
Entraide	-0.186 (0.539)	0.214 (0.132)	0.0931 (0.632)
Colline (référence : Vallée)	-0.0724 (0.815)	-0.361 (0.112)	-0.110 (0.668)
Plaine	0.239 (0.229)	-0.317** (0.0335)	0.00173 (0.991)
Pente douce	-0.671**	-0.357***	-0.0465

> Déterminants de l'adoption des technologies agricoles par les ménages agricoles au Niger : rôle de l'éducation

	(0.0120)	(0.00799)	(0.776)
Pente raide	-3.967*** (0)	-0.0672 (0.786)	0.120 (0.751)
Sableux (référence : Argileux)	-0.175 (0.264)	-0.0958 (0.325)	-0.158 (0.145)
Limoneux	-0.116 (0.749)	-0.181 (0.231)	0.249 (0.186)
Glacis	-0.378 (0.264)	-0.432** (0.0460)	-0.00221 (0.989)
Propriété (référence : Prêt)	-0.183 (0.184)	-0.302** (0.0479)	0.350** (0.0131)
Copropriété	-0.524** (0.0278)	-0.307 (0.176)	0.466** (0.0126)
location	0.582 (0.296)	-0.192 (0.441)	0.422 (0.205)
Hypothèque	0.278 (0.525)	-0.248 (0.471)	0.159 (0.678)
Sécheresse/Pluie irrégulière	-1.126** (0.0490)	-0.0557 (0.730)	-0.250 (0.143)
Taux élevé maladies cultures	-0.291 (0.386)	-1.052*** (0.00832)	0.179 (0.657)
Attaque acridienne	1.434*** (0.00196)	-0.195 (0.635)	0.478 (0.331)
Baisse importante prix produits agricoles	0.133 (0.896)	-0.117 (0.664)	-0.447 (0.164)
Prix élevé intrants agricoles	-4.779*** (0)	0.634*** (0.00571)	-0.290 (0.330)
Prix élevé produits alimentaires	-0.548 (0.193)	0.150 (0.430)	-0.354 (0.136)
atrho21	0.125** (0.0243)		
atrho31	0.0760 (0.171)		
atrho32	0.339*** (3.16e-06)		
Constante	-1.548 (0.519)	-3.182** (0.0167)	-5.619*** (0.00428)
Log-pseudo- Likelihood	-2139.2618		
Test du ratio de vraisemblance	rho21 = rho31 = rho32 = 0	chi2(3) = 56.6988	Prob> chi2 = 0.0000
Muettes régions	oui	oui	oui
Nombre Observations	3,168	3,168	3,168

Source : AUTEURS, données ECVMA, 2014

P-values robust entre parenthèses : * p<0.1; ** p<0.05; *** p<0.01

5. Conclusion

Pour accroître la productivité agricole, réduire la pauvreté et assurer la sécurité alimentaire des ménages agricoles au Niger, il est important d'identifier les facteurs explicatifs de l'adoption des semences améliorées, des engrais inorganiques et des produits phytosanitaires, en mettant un accent particulier sur le rôle de l'éducation. Tel était l'objectif de cet article.

Pour ce faire, nous avons utilisé le modèle probit multivarié sur des données en coupe transversale, représentatives des ménages agricoles au Niger. Les résultats montrent que les termes d'erreur des décisions d'adoption des semences améliorées, des engrais inorganiques et des produits phytosanitaires sont corrélés. Nous trouvons que les utilisations des engrais inorganiques et des produits phytosanitaires sont complémentaires, ainsi que les utilisations des semences améliorées et des engrais inorganiques. Il y a une interdépendance, d'une part, entre les décisions d'adoption des semences améliorées et des engrais inorganiques, et d'autre part, entre les décisions d'adoption des engrais inorganiques et des produits phytosanitaires. Et selon le type de technologies agricoles considérées, les facteurs explicatifs de leur adoption sont différents.

Le niveau d'études secondaires du chef de ménage affecte positivement et significativement la probabilité des ménages agricoles à adopter les engrais inorganiques. Par contre, les chefs de ménage agricole avec un niveau d'études secondaire ont moins de chance d'adopter les produits phytosanitaires, comparativement aux chefs de ménage agricole sans aucun niveau d'études. De plus, les résultats montrent que le niveau d'études supérieures du chef de ménage influence négativement et de façon significative la probabilité des ménages agricoles à adopter les semences améliorées, les engrais inorganiques et les produits phytosanitaires.

Par ailleurs, le niveau de richesse et les dépenses non alimentaires du ménage agricole, l'appartenance d'un membre du ménage à une coopérative agricole et les attaques acridiennes subies par les ménages agricoles favorisent l'adoption des semences améliorées. En revanche, la taille des parcelles, la sécheresse, l'irrégularité des pluies et le prix élevé des intrants agricoles freinent l'adoption des semences améliorées.

En ce qui concerne les engrais inorganiques, les dépenses non alimentaires, le niveau de richesse du ménage agricole, la taille du ménage et le prix élevé des intrants agricoles favorisent leurs adoptions. En outre, l'âge du chef de ménage agricole, le taux élevé des maladies de culture ne contribuent pas à l'adoption des engrais inorganiques. Pour les produits phytosanitaires, le niveau de richesse, les dépenses alimentaires et le nombre de parcelles détenues par les ménages agricoles permettent leur adoption.

En termes de politique de développement agricole et pour favoriser l'adoption des technologies agricoles, un accent doit être mis sur la sensibilisation et l'éducation des chefs de ménages agricoles en ce qui concerne les avantages et la non dangerosité des technologies agricoles. De plus, il faut favoriser le développement du marché d'assurance pour la gestion des risques agricoles à savoir la sécheresse, l'irrégularité des pluies, les maladies de culture et la hausse des prix des intrants agricoles, entre autres. Les institutions de recherche pourraient davantage développer des technologies agricoles adaptées aux types de sol et des techniques de conservation des sols.

Bibliographie

- Adesina, A. A., & Baidu-Forson, J. (1995). Farmers' perceptions and adoption of new agricultural technology: evidence from analysis in Burkina Faso and Guinea, West Africa. *Agricultural economics*, 13(1), 1–9. Consulté à l'adresse <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0169515095011428>
- Adesina, A. A., & Zinnah, M. M. (1993). Technology characteristics, farmers' perceptions and adoption decisions: A Tobit model application in Sierra Leone. *Agricultural economics*, 9, 297-311.
- Alvarez, R. M., & Nagler, J. (1998). When Politics and Models Collide: Estimating Models of Multiparty Elections. *American Journal of Political Science*, 42(1), 55. <https://doi.org/10.2307/2991747>
- Ansah, I., Eib, D., & Amoako, R. (2015). Socioeconomic Determinants of Livestock Production Technology Adoption in Northern Ghana. *Asian Journal of Agricultural Extension, Economics & Sociology*, 5(3), 166-182. <https://doi.org/10.9734/AJAEES/2015/15996>
- Arslan, A., McCarthy, N., Lipper, L., Asfaw, S., & Cattaneo, A. (2013). Adoption and intensity of adoption of conservation farming practices in Zambia. FAO.
- Asfaw, Salomon, Di Battista, F., & Lipper, L. (2015). *Food Security Impact of Agricultural Technology Adoption under Climate Change: Micro-evidence from Niger*. Italy (Rome): FAO.
- Asfaw, Solomon, Battista, F. D., & Lipper, L. (2015). Food Security Impact of Agricultural Technology Adoption under Climate Change: Micro-evidence from Niger. *Food and Agriculture Organization of the United Nations*, 44.

- Bandiera, O., & Rasul, I. (2006a). Social networks and technology adoption in northern Mozambique. *The Economic Journal*, 116(514), 869–902.
- Bandiera, O., & Rasul, I. (2006b). Social Networks and Technology Adoption in Northern Mozambique. *The Economic Journal*, 116(514), 869-902. <https://doi.org/10.1111/j.1468-0297.2006.01115.x>
- Banque Mondiale. (2018). *COMPLÉTER LE PUZZLE DE LA PAUVRETÉ APERÇU (RAPPORT 2018 SUR LA PAUVRETÉ ET LA PROSPÉRITÉ PARTAGÉE)* (p. 30). Banque Mondiale.
- Banque mondiale, L. (2008). *L'agriculture au service du développement* (1^{re} éd.). De Boeck Supérieur. <https://doi.org/10.3917/dbu.banqu.2008.01>
- Becerril, J., & Abdulai, A. (2010). The Impact of Improved Maize Varieties on Poverty in Mexico: A Propensity Score-Matching Approach. *World Development*, 38(7), 1024-1035. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2009.11.017>
- Besley, T., & Case, A. (1993). Modeling tech adoption in developing countries. *The American Economic Review*, 83, 396-402.
- Bhaduri, A. (1973). A Study in Agricultural Backwardness Under Semi-Feudalism. *The Economic Journal*, 83(329), 120. <https://doi.org/10.2307/2231104>
- Bindlish, V., & Evenson, R. (1997). The Impact of T&V Extension in Africa: The Experience of Kenya and Burkina Faso. *The World Bank Rattrcb Obterv*, 12(2), 183-201.
- Binswanger, H. P. (1989). The composition and profitability of agricultural investments. *Bulletin Number*, 89, 4. Consulté à l'adresse <http://core.ac.uk/download/pdf/7062014.pdf>

- Binswanger, H. P., & Sillers, D. A. (1983). Risk aversion and credit constraints in farmers' decision-making: A reinterpretation. *The Journal of Development Studies*, 20(1), 5-21.
<https://doi.org/10.1080/00220388308421885>
- Byerlee, D., & De Polanco, E. H. (1986). Farmers' stepwise adoption of technological packages: evidence from the Mexican Altiplano. *American Journal of Agricultural Economics*, 68(3), 519–527.
- Caswell, M., Lichtenberg, E., & Zilberman, D. (1990). The Effects of Pricing Policies on Water Conservation and Drainage. *American Journal of Agricultural Economics*, 72(4), 883. <https://doi.org/10.2307/1242620>
- Conley, T., & Udry, C. (2010). Learning about a new technology: Pineapple in Ghana., *100*(1), 35-69.
- De Janvry, A., Dustan, A., & Sadoulet, E. (2010). Recent advances in impact analysis methods for ex-post impact assessments of agricultural technology: options for the CGIAR. *Unpublished working paper, University of California-Berkeley*.
- Di Falco, S., & Veronesi, M. (2018). Managing Environmental Risk in Presence of Climate Change: The Role of Adaptation in the Nile Basin of Ethiopia. In L. Lipper, N. McCarthy, D. Zilberman, S. Asfaw, & G. Branca (Éd.), *Climate Smart Agriculture* (Vol. 52, p. 497-526). Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-61194-5_21
- Di Falco, S., Veronesi, M., & Yesuf, M. (2011). Does Adaptation to Climate Change Provide Food Security? A Micro-Perspective from Ethiopia. *American Journal of Agricultural Economics*, 93(3), 829-846.
<https://doi.org/10.1093/ajae/aar006>

- Dorfman, J. H. (1996). Modeling multiple adoption decisions in a joint framework. *American Journal of Agricultural Economics*, 78(3), 547–557.
- Dow, J. K., & Endersby, J. W. (2004). Multinomial probit and multinomial logit: a comparison of choice models for voting research. *Electoral Studies*, 23(1), 107-122. [https://doi.org/10.1016/S0261-3794\(03\)00040-4](https://doi.org/10.1016/S0261-3794(03)00040-4)
- Duflo, E., Kremer, M., & Robinson, J. (2011). Nudging farmers to use fertilizer: Theory and experimental evidence from Kenya. *American Economic Review*, 101(6), 2350–90.
- FAO. (2009, octobre 12). Le défi technologique. *Comment nourrir le monde 2050*.
- FAO. (2012). *The FAO in 21st century: To ensure food security in a constantly changing world*. Rome: FAO.
- FAO, FIDA, UNICEF, OMS, & PAM. (2018). *L'ETAT DE LA SECURITE ALIMENTAIRE ET DE LA NUTRITION DANS LE MONDE 2018: renforcer la ... resilience face aux changements climatiques pour l*. Place of publication not identified: FOOD & AGRICULTURE ORG.
- Feder, G., Just, R. E., & Zilberman, D. (1982). *Adoption of agricultural innovation in developing countries: a survey*. Washington, DC: World Bank.
- Feder, G., & Slade, R. (1984). The acquisition of information and the adoption of new technology. *American Journal of Agricultural Economics*, 66(3), 312–320.
- Feder, G., & Umali, D. L. (1993). The adoption of agricultural innovations: a review. *Technological forecasting and social change*, 43(3-4), 215–239.

- Foster, A. D., & Rosenzweig, M. R. (1995). Learning by doing and learning from others: Human capital and technical change in agriculture. *Journal of political Economy*, 103(6), 1176–1209.
- Foster, A. D., & Rosenzweig, M. R. (2010). Microeconomics of technology adoption. *Annu. Rev. Econ.*, 2(1), 395–424.
- Gebremedhin, B., Ahmed, M. M., & Ehui, S. K. (2003). Determinants of adoption of improved forage technologies in crop-livestock mixed systems: Evidence from the highlands of Ethiopia. Consulté à l'adresse <https://cgspace.cgiar.org/handle/10568/27820>
- Gecho, Y., & Punjabi, N. K. (2011). Determinants of Adoption of Improved Maize Technology in Damot Gale, Wolaita, Ethiopia. *Raj. J. Extn. Edu*, 19, 1-9.
- Griliches, Z. (1957). Hybrid Corn: An Exploration in the Economics of Technological Change. *Econometrica*, 25(4), 501. <https://doi.org/10.2307/1905380>
- Hailu, B. K., Abrha, B. K., & Weldegiorgis, K. A. (2014). Adoption and Impact of Agricultural Technologies on Farm Income: Evidence from Southern Tigray, Northern Ethiopia. *International Journal of Food and Agricultural Economics*, 2(4), 91. Consulté à l'adresse <http://search.proquest.com/openview/69286e8be606a4bf5f071af2eadbd80f/1?pq-origsite=gscholar>
- Havens, A. E., & Flinn, W. L. (1976). Green revolution technology and community development: the limits of action programs. *Economic Development and Cultural Change*, 23, 469-481.
- Heady, E. O. (1952). *Economics of Agricultural Production and Resource Use*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall (The classic, still with good examples.).

- Hiebert, L. D. (1974). Risk, learning, and the adoption of fertilizer responsive seed varieties. *American Journal of Agricultural Economics*, 56(4), 764–768.
- INS. (2014). National Survey on Household Living Conditions and Agriculture (ECVM/A-2014) : Basic Information Document. INS.
- Just, R. E., & Zilberman, D. (1983). Stochastic structure, farm size and technology adoption in developing agriculture. *Oxford Economic Papers*, 35(2), 307–328.
- Kaliba, A. R., Featherstone, A. M., & Norman, D. W. (1997). A stall-feeding management for improved cattle in semiarid central Tanzania: factors influencing adoption. *Agricultural Economics*, 17(2), 133–146.
Consulté à l'adresse
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169515097000285>
- Kassie, M., & Holden, S. (2007). Sharecropping efficiency in Ethiopia: threats of eviction and kinship. *Agricultural economics*, 37(2-3), 179–188.
- Kassie, M., Shiferaw, B., & Muricho, G. (2011). Agricultural Technology, Crop Income, and Poverty Alleviation in Uganda. *World Development*, 39(10), 1784-1795. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2011.04.023>
- Kohli, D. S., & Singh, N. (1997). *The green revolution in Punjab, India: the economics of technological change*. Department of Economics, University of California, Santa Cruz. Consulté à l'adresse
<https://pdfs.semanticscholar.org/9f12/4457f12c445fc278a4c006af4a457b746b03.pdf>
- Koundouri, P., Nauges, C., & Tzouvelekas, V. (2006). Technology adoption under production uncertainty: theory and application to irrigation technology. *American Journal of Agricultural Economics*, 88(3), 657–670.

- Leathers, H. D. (1991). Allocable fixed inputs as a cause of joint production: a cost function approach. *American Journal of Agricultural Economics*, 73(4), 1083–1090.
- Lindner, R., Fischer, A., & Pardey, P. (1979). The time to adoption. *Economics Letters*, 2(2), 187–190.
- Maddala, G. S. (1983). Limited-Dependent and Qualitative Variables in Econometrics. *Cambridge University Press, New York*, 257-291.
- Marenya, P. P., & Barrett, C. B. (2007). Household-level determinants of adoption of improved natural resources management practices among smallholder farmers in western Kenya. *Food Policy*, 32(4), 515-536. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2006.10.002>
- Mendola, M. (2007). Agricultural technology adoption and poverty reduction: A propensity-score matching analysis for rural Bangladesh. *Food Policy*, 32(3), 372-393. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2006.07.003>
- Minten, B., & Barrett, C. B. (2008). Agricultural Technology, Productivity, and Poverty in Madagascar. *World Development*, 36(5), 797-822. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2007.05.004>
- Negatu, W., & Parikh, A. (1999). The impact of perception and other factors on the adoption of agricultural technology in the Moret and Jiru Woreda (district) of Ethiopia. *Agricultural economics*, 21(2), 205–216.
- Newbery, D. M. G. (1975). Tenurial Obstacles to Innovation. *JOURNAL OF DEVELOPMENT STUDIES*, 15.
- OCDE. (2016). Croissance durable de la productivité en agriculture : tendances et résultats. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264186217-en>

- Ogada, M. J., Mwabu, G., & Muchai, D. (2014). Farm technology adoption in Kenya: a simultaneous estimation of inorganic fertilizer and improved maize variety adoption decisions. *Agricultural and food economics*, 2(1), 1. Consulté à l'adresse <http://agrifoodecon.springeropen.com/articles/10.1186/s40100-014-0012-3>
- Powers, D. A., & Xie, Y. (2000). Statistical Methods for Categorical Data Analysis. *Academic Press, New York*, 248.
- Rosenberg, N. (1976). On Technological Expectations. *The Economic Journal*, 86(343), 523. <https://doi.org/10.2307/2230797>
- Roussy, C., Ridier, A., & Chaib, K. (2015). Farm's adoption behavior : Role of perceptions and preferences, 37.
- Scandizzo, P. L. (1979). Implications of Sharecropping for Technology Design in Northeast Brazil-. In *Economics and the Design of Small-Farmer. Technology*, Ed. Alberto Valdez, Grant Scobie, and John Dillon (Ames: Iowa State University Press, 1979), 19.
- Shapiro, B. I., Sanders, J. H., Reddy, K. C., & Baker, T. G. (1993). Evaluating and adapting new technologies in a high-risk agricultural system—Niger. *Agricultural Systems*, 42(1-2), 153-171. [https://doi.org/10.1016/0308-521X\(93\)90073-B](https://doi.org/10.1016/0308-521X(93)90073-B)
- Sundung, D., & Zilberman, D. (2001). *The Agricultural Innovation Process: Research and Technology Adoption in a Changing Agricultural Sector*. Elsevier, North Holland, Amsterdam, p 2001: Gardner B, Rausser G.
- Suri, T. (2011). Selection and Comparative Advantage in Technology Adoption. *Econometrica*, 79(1), 159-209. <https://doi.org/10.3982/ECTA7749>

- Teklewold, H., Kassie, M., & Shiferaw, B. (2012). On the joint estimation of multiple adoption decisions: The case of sustainable agricultural technologies and practices in Ethiopia (Reference Number'14913').
- Wambugu, M. N. (2001). *Extension and its effect on dairy cattle nutrition and productivity in smallholder dairy enterprises in Kiambu District*. University of Nairobi. Consulté à l'adresse <https://cgspace.cgiar.org/handle/10568/1462>
- World Bank. (2013). *Agricultural Sector Risk Assessment in Niger: Moving from Crisis Response to Long-Term Risk Management*. (TECHNICAL ASSISTANCE No. 74322- NE). Washington D.C.: World Bank.
- Yanggen, D., Kelly, V., Reardon, T., & Naseem, A. (1998). MSU International Development Working Papers. Consulté à l'adresse https://www.researchgate.net/profile/Anwar_Naseem/publication/46471945_Incentives_for_Fertilizer_Use_in_Sub-Saharan_Africa_A_Review_of_Empirical_Evidence_on_Fertilizer_Response_and_Profitability/links/09e4150c8a27f91626000000.pdf
- Yapa, L. S., & Mayfield, R. C. (1978). Non-Adoption of Innovations: Evidence from Discriminant Analysis. *Economic Geography*, 54(2), 145-156.
- Zeller, M. (1998). Market access by smallholder farmers in Malawi: implications for technology adoption, agricultural productivity and crop income. *Agricultural Economics*, 19(1-2), 219-229. [https://doi.org/10.1016/S0169-5150\(98\)00027-9](https://doi.org/10.1016/S0169-5150(98)00027-9)