

Adoption of Adaptation Strategies for Climate Change: Case of Burkina Faso Farmers

Tégawendé Juliette NANA¹ Taladidia THIOMBIANO²

Abstract

The objective of this article is to analyze the factors explaining the choice of Burkinabè producers as to the number of adaptation strategies to be adopted. Following the country's agro-climatic breakdown, four provinces were selected for data collection and 559 households were surveyed. These include the Yatenga province in the Sahelian zone, the provinces of Nayala, Namentenga in the Sudano-Sahelian zone and finally the Houet province in the Sudanese climate. Estimations from the multinomial logit model show that the number of assets, the access to information on climate, group appartenance, the use of hired labor, possession of manure pit and rainfall are the factors that determine the adoption of a number of adaptation strategies. Thus, activities toward the capacity building based on these results will contribute significantly to the increase of the producers' resilience and reduce the vulnerability of the agricultural sector to climate change.

Keywords : climate change, adaptation strategies, adoption, agricultural production, multinomial logit

JEL : Q15, Q 16

I- Introduction et problématique

L'adoption et la diffusion d'un processus d'innovation ont été caractérisées comme l'acceptation, avec le temps, d'un élément spécifique par des individus (ou des unités d'adoption) liés à des canaux de transmission spécifiques (FAO, 2003). Il existe plusieurs stratégies pour la diffusion d'une technologie ou d'une innovation technologique. Chaque approche utilisée dépend le plus souvent de la manière dont la technologie a été conçue et pourrait jouer positivement ou négativement sur la probabilité d'adoption de cette dernière. L'approche linéaire encore appelé « le transfère technologique » a été le principal modèle utilisé pour l'innovation agricole durant les années 1960-1970 et consiste à développer des technologies et de les transférer aux agriculteurs, qui les appliquent sur le terrain (Swaans et Pali, 2013 ; Mergeai, 2014). Seul le point de vue du développeur ou du promoteur est considéré alors que les adoptants potentiels sont placés dans un rôle plus ou moins passif, soit celui d'adopter ou non le produit offert (Deschesnes et al, 2008, Schut et al. (2014)). Cette approche a été critiquée par la suite pour son monopole sur la production de connaissance par les chercheurs et sa vue statique sur l'innovation (Mergeai (2014), Swaans et Pali, 2013 ; Callon et Latour (1986)³). Selon eux l'approche linéaire a beaucoup contribué à la faible adoption de nouvelles technologies produites par les chercheurs. Face aux limites de cette approche, les approches non linéaires de la diffusion de la technologie puis les approches institutionnelles et adoption agro-technologique ont été développées. Elles sont considérées comme étant plus réactives et participatives et favorisent beaucoup plus l'adoption de nouvelle technologie que l'approche linéaire (Kline et Rosenberg (1986), Coudel (2012), Mergeai (2014), Alary (2006), Adeoti et Sinh (2009), Agwu et al. (2008)).

¹ Docteur en sciences économiques et de gestion, Laboratoire d'Economie de l'Environnement et de Socioéconométrie (LEESE) Université de Ouaga II Courrier électronique : nanagbenou@gmail.com/nanajulie2005@yahoo.fr

² Maître de Conférences, Institut de formation et de recherche en économie appliquée Thiombiano (IFREAT), Ouagadougou, Burkina Faso

³ Cité par Deschesnes et al, 2008

Au Burkina Faso, le changement climatique constitue une réalité et le secteur agricole n'est pas du tout épargné. Or ce secteur occupe pourtant plus de 80% de la population et la contribution de l'agriculture proprement dite au produit intérieur brut est de 25%⁴. Ainsi face aux changements climatiques, plusieurs stratégies d'adaptation ont été développées afin de réduire la vulnérabilité du secteur agricole. Ainsi malgré l'existence d'une diversité de stratégies d'adaptation, l'adoption de ces dernières par les paysans n'est toutefois pas effective. En effet, il existe plusieurs facteurs influençant le choix des agriculteurs quant à l'adoption des stratégies d'adaptation. Dans le bilan 2001, des changements climatiques, il a été souligné que c'est ceux qui ont moins de ressources qui ont la plus faible capacité d'adaptation et sont les plus vulnérables. Ainsi donc, la capacité des systèmes humains à s'adapter pour faire face aux changements climatiques est conditionnée par des facteurs tels que la richesse, les moyens techniques, l'éducation, l'accès aux ressources. De nombreuses études ont montré qu'il existe plusieurs facteurs influençant l'adoption d'une technologie donnée. Dans la théorie de la diffusion de l'innovation, Rogers (1995) souligne cinq déterminants de l'adoption ou de la diffusion d'une technologie à savoir, l'avantage relatif, la compatibilité avec les valeurs et normes sociales, la complexité de sa mise en œuvre, la possibilité de la tester, et d'observer les résultats. Davis (1986) à travers le modèle d'acceptation d'une technologie indique que deux facteurs déterminent l'acceptabilité d'un système d'information et sont : la perception de l'utilité et celle de la facilité d'utilisation par l'individu. Pour certains auteurs tels que Hassan et Nhemachena (2008), Nhemachena (2009), Deressa et al (2009), Yossi et al (2006), les caractéristiques socio-économiques des ménages telles que l'âge, le sexe, le niveau d'éducation du chef de ménage, la taille de l'exploitation... influencent l'adoption de nouvelles technologies ou innovation. L'adoption des stratégies d'adaptations est aussi déterminée par les facteurs institutionnels à savoir l'accès au crédit, au marché et aux services de vulgarisation (Hassan et Nhemachena (2008), Kamgnia et Stsama Etoundi, Deressa et al (2009)).

Les auteurs pour la plupart n'ont pas vraiment mis l'accent sur les facteurs qui influencent le choix des producteurs quant à l'adoption du nombre de stratégies d'adaptation. Néanmoins, certaines études ont montré que les stratégies d'adaptation pris individuellement réduisent la vulnérabilité aux changements et variabilités climatiques, mais, la combinaison ou la diversification de ces stratégies procure des impacts beaucoup plus élevés que prise individuellement (Sawadogo, « 2011 », CILSS⁵ « 2012 », Nana « 2015 »). Ainsi, la capacité d'adaptation peut augmenter avec le nombre de stratégies adoptées. Malgré les efforts de sensibilisation, de vulgarisation et d'appuis multiformes, le taux d'adoption des technologies reste toujours limité. Il serait donc intéressant de comprendre ce qui explique le choix du producteur quant au nombre de stratégies à adopter. Ce qui nous amène à nous demander quels sont les facteurs déterminant l'adoption d'une ou de plusieurs stratégies d'adaptation? De façon spécifique, il s'agira d'identifier et d'analyser les facteurs déterminants le choix d'adoption du nombre de mesures d'adaptation. Nous allons tester l'hypothèse selon laquelle la pluviométrie, l'accès à l'information sur le climat, le nombre d'année d'éducation et la possession de fosse fumière influent significativement le choix d'adoption du nombre de stratégie d'adaptation.

II- Quelques résultats empiriques sur l'adoption

La plupart des études portant sur l'adoption mettent l'accent sur les caractéristiques des ménages ainsi que les facteurs institutionnel et agro-écologique, comme facteurs influençant le choix des ménages. Hassan et Nhemachena (2008) mettent en évidence les déterminants de l'adoption d'une mesure d'adaptation aux changements climatiques. Selon ces auteurs, l'âge et le sexe du chef de ménage, la taille du ménage et de l'exploitation, l'expérience agricole, l'accès aux marchés, aux services de vulgarisation agricole, au crédit, les machines utilisées sont les facteurs déterminants de l'adoption. Nhemachena (2009) aboutit aux mêmes résultats. Dans le même sens, Deressa et al (2009) à travers le logit multinomial, ils arrivent à la conclusion que le sexe, l'âge et la richesse du chef de ménage, l'accès à la vulgarisation et au crédit, à l'information sur le climat, les paramètres agro-écologiques et la température influencent le choix des agriculteurs. Yossi et al (2006) ont étudié à l'aide d'un modèle logit les facteurs d'adoption de la haie vive dans trois provinces du Plateau Central au Burkina Faso. Ils trouvent qu'il existe une corrélation positive entre l'âge, la disponibilité en eau, l'utilisation d'engrais chimique ou organique, l'appartenance à un groupement de producteur et l'adoption des haies vives. Juma et al (2009) à travers un modèle probit, montrent que la variabilité des rendements et le risque de mauvaises récoltes sont des facteurs qui jouent sur les décisions d'adoption des nouvelles technologies.

⁴ Programme d'action national d'adaptation à la variabilité et aux changements climatiques PANA décembre 2007

⁵ Comité Inter-Etat de Lutte contre la Sécheresse dans le Sahel(CILSS)

Koutou et al (2007) montrent à travers un modèle logit que l'adoption du zaï forestier pour restaurer le sol, est influencée positivement par le nombre de houes, le nombre de petits ruminants, l'utilisation des matériaux des voisins. Le manque de vélo et de matière organique jouent négativement sur la probabilité d'adoption du zaï forestier. Le niveau d'instruction n'a aucun effet sur la probabilité d'adoption de cette technique.

Dans le même sens Kini (2007) à travers un modèle logit multinomiale montre que le coût d'adoption des techniques CES est le facteur déterminant le plus significatif des ménages face à l'adoption de ces techniques. Il trouve également que la taille des ménages, la superficie aménagée, les rendements escomptés ainsi que la perception de l'utilité des CES sont également des facteurs déterminants de l'adoption des CES dans le plateau central. Par ailleurs Pangapanga (2011) à partir d'un modèle probit indique que les inondations, les sécheresses, le sexe et l'éducation sont des facteurs importants influençant sur le choix des ménages de stratégies d'adaptation des ménages du Malawi. Yegbemey et al. (2013) en utilisant un modèle Probit multivarié (MVP) souligne que la propriété de la terre a un effet positif sur la décision d'adopter une stratégie d'adaptation. Dans le même ordre d'idée, Arodokoun et al (2012) utilisent un modèle de choix multinomial et trouvent que le niveau d'instruction du producteur, l'âge et l'expérience dans la production de coton, la superficie, le mode d'accès au foncier, ont un impact positif sur l'adoption des stratégies d'adaptations ; par contre l'effet du milieu de résidence a un effet mixte.

III- Méthodologie

III.1- Techniques d'échantillonnage et taille de l'échantillon

La collecte des données primaire a été financée par IFDC Burkina et au vu de notre contrainte budgétaire nous n'avons pu retenir que quatre provinces, suivant le découpage agro climatique du pays et suivant l'appartenance aux zones d'intervention de IFDC. Il s'agit notamment de la province du Yatenga dans la zone sahéenne, des provinces du Nayala, du Namentenga dans la zone soudano sahéenne et enfin de la province du Houet dans le climat soudanien. La collecte s'est déroulée du 18 juillet 2013 au 12 septembre 2013. Un échantillon de 559 ménages a été enquêté dans les quatre provinces. L'échantillonnage s'est fait de la façon suivante :

- Dans chaque province trois départements ont été enquêtés et deux villages par département.
- Les départements et les villages ont été choisis de façon raisonnée en fonction du désavantage qu'ils ont en matière pluviométrique, de la fertilité des sols, de la fréquence d'apparition des extrêmes climatiques et de l'accessibilité à ces zones.
- Le choix des ménages s'est fait de façon aléatoire mais au préalable les enquêtés doivent être des producteurs agricoles. Le questionnaire a été administré en Morée dans le Namentenga et Yatenga et en dioula dans le Nayala et le Houet. Néanmoins on a eu besoins de facilitateurs pour la traduction en langue local pour ceux qui ne comprenaient ni morée, ni dioula, ni français. Le tableau suivant résume l'échantillonnage

Tableau 1 : Répartition des enquêtés par zone

Province	Département	Village	nombre de personnes	Province	Département	Village	nombre de personnes		
Nayala (144)	Kougnie(50)	Kougni	25	Houet (115)	Houet(36)	Farakoba	20		
		Tchouma	25			Kouakoualé	16		
	Yaba(45)	Biba	21		Lena(37)	Tougana	17		
		Saran	24			Lena	20		
	Toma(49)	Niemen	25		Bama(42)	Banakélédaya	20		
		Sien	24			Souroukoudougou	22		
			Total		144			Total	115
	NAMENTENGA (150)	Boulsa (50)	Boulsa		25	Yatenga (150)	Ouahigouya (50)	Bissigaye	25
			Bonam		25			Baoudikouli	25
		Zinguédengin(50)	Zinguédengin		25		Thiou (50)	Talé	25
Nintenga			25	Kalo	25				
Bargo(50)		Bargo	25	Namissiguima(50)	Mongomboli		25		
		Boko	25		Barelego		25		
			Total	150				Total	150

III .2- Cadre d'analyse et présentation du modèle logit multinomial

Il s'agit d'une modélisation du comportement des producteurs suivant plusieurs alternatives. Ainsi les modèles multinomiaux sont donc les plus indiqués. En effet dans la classe des modèles multinomiaux on distingue les modèles multinomiaux non ordonnés et les modèles multinomiaux ordonnés.

Ces derniers sont des modèles dont la variable dépendante est multinomiale et les modalités sont ordonnées. Par contre pour les modèles multinomiaux non ordonnés, il n'existe pas un ordre naturel pour les différentes modalités. Le choix des agriculteurs vis-à-vis des différentes stratégies d'adaptation est non ordonné en ce sens qu'il est difficile de classer à priori les différentes stratégies ou les combinaisons de stratégies. Ainsi donc la modélisation qui nous intéresse ici c'est la modélisation non ordonnés. Les approches analytiques le plus souvent utilisées dans les études de décision portant sur l'adoption à choix multiple sont le logit multinomial (LMN) et le probit multinomial (PMN). Le LMN et le PMN sont tous les deux importants et appropriés pour l'analyse des décisions d'adaptation des agriculteurs (Hassan et Nhemachena, (2008), Tazeze et al (2012)). Chacun de ces deux modèles présentent des avantages et des inconvénients. Le modèle probit multinomial est utilisé pour rendre compte du comportement des individus dont le choix s'exerce sur un nombre limité d'alternatives. Selon Hausman (1980) le modèle probit multinomial se révèle le plus souple pour tenir compte d'éventuelles corrélations entre les choix ou entre les individus mais sous sa forme la plus générale, il conduit à des calculs trop complexes pour être effectués en pratique dès que le nombre d'alternatives est supérieur à cinq. Par ailleurs la spécification du modèle probit multinomial (MNP) pour les modèles de choix discrets ne nécessite pas l'hypothèse de l'AII (Hausman et Wise, 1978). Au vu des techniques d'estimation relativement complexes de ce modèle, on utilise alors souvent un modèle logit multinomial car il donne des résultats très similaires au probit multinomial (Hausman et McFadden, 1984). Le modèle logit multinomial a été introduit à la fin des années 60 par McFadden (1968) et Theil (1969). Aussi le modèle logit LMN présente une grande flexibilité et une facilité d'utilisation par rapport au modèle PMN (Hausman et McFadden, 1984). Au vu des avantages de ce modèle nous optons pour son utilisation dans cette étude.

Notons au passage que les modèles multinomiaux non ordonnés sont en effet avant tout des modèles permettant de décrire des choix individuels en présence d'utilité stochastique (Hurlin 2003). Face à plusieurs alternatives, les pourcentages de chance de faire tel ou tel choix sont indépendants les uns des autres dans le modèle LM. C'est le logit indépendant qui nous intéresse dans cette étude car la fonction d'utilité est une fonction linéaire dont les paramètres diffèrent selon les modalités et pour laquelle les variables explicatives varient uniquement en fonction des individus.

Présentation du modèle logit multinomial

Le modèle LM est basé sur la maximisation d'une fonction d'utilité aléatoire. La variable dépendante est une variable multinomiale et à modalités non ordonnées. Désignons par $j = 0, 1, \dots, h$; les différentes alternatives possibles; par $X = 1, 2, \dots, t$; les variables explicatives et par i l'individu. Pour chaque choix j , l'individu i perçoit une utilité $U_{ij} = \beta_j X_{ij} + \varepsilon_{ij}$ ou $\beta_j X_{ij}$ est la partie déterministe de la fonction d'utilité et ε_{ij} la partie aléatoire. β_j , représente les paramètres associés à la variable explicative X_i pour une alternative j donnée ; la variable explicative étant un facteur déterminant de l'adoption des techniques. Soit Y_{ij} une variable qui prend la valeur 1 si l'individu i choisit l'alternative j et zéro si non. Ainsi la probabilité que le choix j de l'individu se réalise est :

$$P(Y_{ij} = 1) = P(U_{ij} \geq U_{in}), \text{ avec } j \neq n \quad (1)$$

La probabilité que l'individu i choisisse l'alternative j est traduite dans le modèle logit multinomial par :

$$PROb(Y_i = j) = \frac{\exp(\beta_j X_{ij})}{\sum_{j=0}^h \exp(\beta_j X_{ij})} = \frac{\exp(\beta_j X_{ij})}{1 + \sum_{j=1}^h \exp(\beta_j X_{ij})} \quad (2)$$

En normalisant β_0 à zéro ; $\beta_0 = 0$, la probabilité associée à la modalité 0 est donc

$$PROb(Y_i = 0) = \frac{1}{\sum_{j=0}^h \exp(\beta_j X_{ij})} = \frac{1}{1 + \sum_{j=1}^h \exp(\beta_j X_{ij})} \quad (3)$$

Les paramètres du modèle seront interprétés comme des écarts aux paramètres de la modalité zéro.

Modèle théorique, méthode d'estimation

Le modèle empirique est le modèle LM. En ce qui concerne le modèle théorique nous faisons référence à la théorie de la diffusion l'innovation technologique de Rogers (1995), la théorie de l'acceptation de technologie de Davis (1989). Ces théories stipulent qu'il existe une relation mathématique bien déterminée qui relie les facteurs influençant l'adoption d'une technologie à celle-ci.

le modèle théorique se présente comme suit :

$$\text{Tech} = \alpha_0 + \alpha_1 \text{age} + \alpha_2 \text{sexe} + \alpha_3 \text{taille} + \alpha_4 \text{fertisol} + \alpha_5 \text{accès info clim} + \alpha_7 \text{actif} + \alpha_8 \text{crédit} + \alpha_9 \text{educ} + \alpha_{10} \text{groupe} + \alpha_{11} \text{Pfossefum} + \alpha_{12} \text{Sup} + \alpha_{13} \text{Preci} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

Les α_i sont les paramètres du modèle. i allant de 0 à 13. Tech constitue la variable dépendante qui comprend 7 modalités. Pour l'estimation du modèle logit multinomial plusieurs méthodes peuvent être utilisées à savoir la méthode du maximum de vraisemblance, la méthode des moments et la méthode non paramétriques et semi-paramétriques. Mais la méthode la plus couramment utilisée pour le logit multinomial indépendant est la méthode du maximum de vraisemblance. L'avantage de cette méthode est qu'elle présente une inférence statistique particulièrement intéressante dû au fait que son estimateur est doté de propriétés d'efficacité et de normalité asymptotique et que les observations sont indépendantes et distribuées de façon identique.

La fonction de Log- vraisemblance est la suivante :

$$\text{Log } L(Y, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_K) = \sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^K Y_{ij} \text{Log}[\text{prob}(Y_i = j)] \quad (2)$$

Avec $Y_{ij} = 1$ si $Y_{ij} = j$
 $Y_{ij} = 0$ si non

L'estimation des paramètres du modèle logit multinomial s'effectue alors en maximisant la fonction log-vraisemblance ci-dessus. Les β_j constituent les paramètres à estimer, avec j allant de 0 à 6 modalités (le nombre de stratégie d'adaptation adopté). i va de 1 à 559 individus. L'estimation est faite avec le logiciel STATA 12. Les coefficients estimés ne sont pas directement interprétables, ils servent plutôt à donner une orientation sur la nature de la relation entre la variable dépendante et les variables explicatives. Seuls les effets marginaux doivent être interprétés. On doit donc calculer les effets marginaux. Les effets marginaux sont obtenus en dérivant les probabilités par rapport aux variables explicatives. Notons que les signes des effets marginaux ne sont pas nécessairement les mêmes que celui des coefficients estimés (Croissant, 2009).

Description des variables

Variabes explicatives

- ❖ L'âge du chef de ménage (âge) est une variable quantitative mesurée en nombre d'année. Suivant la littérature les auteurs tel Sanga et al. (2013) Nemachema et al (2007), Arodokoun et al (2012), Zeleke et Aberra (2014), Tazeze et al (2012) et Apata (2011) montrent que cette variable a un effet positif sur l'adoption des stratégies d'adaptation. Cependant d'autres auteurs par contre trouve que son effet est mixte (Ayuya et al, 2012). Ainsi on fera l'hypothèse que cette variable a un effet mixte sur la probabilité d'adoption de la stratégie d'adaptation.

L'effet mixte signifie que l'âge peut agir positivement ou négativement sur la probabilité d'adoption d'une stratégie d'adaptation.

- ❖ Le sexe du chef de ménage est une variable qualitative qui prend la valeur 1 si le chef de ménage est de sexe masculin et 0 si non. Les points de vue divergent quant à l'effet de cette variable sur l'adoption des stratégies d'adaptation. En effet pour Tazeze et al (2012) et Apata (2011), le sexe a un effet positif tandis que pour Ayuya et al (2012) et Yegbemey et al. (2013), il a un effet négatif. Nous supposons donc un signe mixte pour cette variable c'est-à-dire que le sexe du chef de ménage peut jouer positivement ou négativement sur la probabilité d'adoption d'une stratégie d'adaptation

- ❖ La taille du ménage (taille, variable quantitative) mesure le nombre de personnes dans le ménage. Elle constitue la main d'œuvre familiale de l'exploitation. L'effet attendu est mixte car d'un côté certains auteurs comme Zeleke et Abera (2014), Apata (2011) montrent les effets positifs de cette variable sur la probabilité d'adoption des stratégies, tandis que d'autres (Ayuya et al (2012) Hassan et Nemanchema (2008)) trouvent un effet à la fois positif et négatif.
- ❖ L'accès au crédit (credit), variable qualitative prend la valeur 1 si l'individu a accès au crédit et 0 si non. Plus l'individu a accès au crédit, plus la probabilité d'adopter les stratégies d'adaptation est élevée selon la théorie et ceci est conforme aux études réalisées par les auteurs suivants : Ayuya et al (2012); Yegbemey et al. (2013), Nemanchema et al 2007), Tazeze et al (2012), Hassan et Nemanchema (2008) et Apata (2011). On s'attend donc à un effet positif.
- ❖ L'accès à l'information sur le climat (info_clim). Cette variable joue positivement sur la probabilité d'adoption des stratégies d'adaptation (Zeleke et Abera (2014), Tazeze et al (2012), Apata (2011). Elle prend la valeur 1 si l'individu a accès et 0 si non.
- ❖ L'appartenance à un groupement (groupe) qui est une variable qualitative prenant la valeur 1 si l'individu appartient à un groupement et 0 si non. On suppose une relation positive entre cette variable et la probabilité d'adoption des stratégies d'adaptations (Ayuya et al (2012), Kamgnia et Ntsama (2008)).
- ❖ Le nombre d'année d'éducation du chef de ménage (éduca) est une variable quantitative, influent positivement sur la probabilité d'adoption des stratégies d'adaptations en se référant à la littérature (Ayuya et al (2012), Sanga et al. (2013), Apata (2011).
- ❖ Le nombre d'actifs (actif), est une variable quantitative qui a un effet mixte sur l'adoption des stratégies d'adaptation (Sanga et al. (2013)).
- ❖ Le niveau de fertilité des sols (fertisol). Variable qualitative prenant la valeur 1 si le sol est fertile et 0 si non. On s'attend à ce qu'une augmentation de la fertilité du sol conduise à une baisse de la probabilité d'adoption des stratégies d'adaptations. Mais Ayuya et al (2012) montrent que cette variable peut agir positivement ou négativement sur la probabilité d'adoption d'une stratégie d'adaptation.
- ❖ La précipitation (Preci) est une variable quantitative qui peut jouer sur la probabilité d'adoption des stratégies. En se référant à Apata (2011), Nemanchema et al (2007), Hassan et Nemanchema (2008), on s'attend à ce que l'effet de cette variable soit mixte. La précipitation concerne le cumul pluviométrique de mai à octobre pour l'année 2012 mesurée en mm.
- ❖ La possession de fosse fumière : c'est une variable qualitative prenant la valeur 1 si l'individu possède une fosse fumière et 0 si non. La possession de fosse fumière devrait accroître la probabilité d'adoption des stratégies d'adaptations. Le signe attendu est donc positif.
- ❖ La superficie : variable quantitative mesurée en ha. Arodokoun et al (2012) montrent que l'accroissement de la superficie accroît la probabilité d'adoption des stratégies. Le signe attendu est donc positif.
- ❖ Le recours à la main d'œuvre salarié : variable qualitative prenant la valeur 1 si l'individu a recouru au travail salarié et 0 si non. Le signe attendu est positif ou négatif. Ainsi ce modèle regroupe d'une part les facteurs socioéconomiques et démographiques, d'autre part les facteurs climatiques (température, précipitation).

La variable dépendante

La variable dépendante est une variable à sept (7) modalités et concerne le nombre de stratégies d'adaptation adoptées. Suivant l'analyse effectuée par Nana (2015), il ressort d'une part que les techniques GIFS et les techniques CES ainsi que leur combinaisons contribuent à réduire les dommages causés par les changements climatiques au secteur agricole en terme d'accroissement des rendements, nous allons donc considérer parmi les stratégies d'adaptations citées plus haut, quelques techniques CES et de GIFS pour l'estimation économétrique. Il s'agit des cordons pierreux, des demi-lunes, du zaï, de l'utilisation de la fumure organique, de l'engrais chimique et de nouvelle variété. Ainsi les modalités sont réparties comme suit :

- ❖ Modalité 0 : cette modalité indique zéro stratégie adoptée (c'est donc la non adoption d'aucune stratégie)
- ❖ Modalité 1(noté tech1). Signifie que l'individu a adopté une seule technique parmi les six.
- ❖ Modalité 2 (noté tech2). Signifie que l'individu a adopté 2 techniques parmi les six.
- ❖ Modalité 3 (noté tech3). Signifie que l'individu a adopté 3 techniques parmi les six.
- ❖ Modalité 4(noté tech4). Signifie que l'individu a adopté 4 techniques parmi les six.
- ❖ Modalité 5(noté tech5). Signifie que l'individu a adopté 5 techniques parmi les six.

- ❖ Modalité 6 (noté tech6). Signifie que l'individu a adopté tous les 6 techniques.

Tableau 2: répartition des différentes modalités suivant les combinaisons de stratégie

Stratégie	modalités
Cordon pierreux/zaï/nouvelles variétés/engrais chimique/fumure organique/demi lune	1
cordon pierreux +zaï/ toutes les combinaisons de deux stratégies	2
cordon pierreux +zaï + demi-lune/ (toutes les combinaisons de trois stratégies)	3
cordon pierreux +zaï+ nouvelles variétés+engrais chimique/ demi-lune +zaï+ nouvelles variétés+engrais chimique / (toutes les combinaisons de quatre stratégies)	4
cordon pierreux +zaï+ nouvelles variétés+engrais chimique+fumure organique	5
cordon pierreux +zaï+ nouvelles variétés+engrais chimique+fumure organique+demi-lune	6

Source : construction de l'auteur

IV- Résultats et discussion

IV.1- Analyse descriptive des variables

L'analyse statistique de la variable dépendante montre que le taux d'adoption de trois techniques (30.41%) est supérieur à celui des autres modalités. Ainsi pour l'ensemble des six stratégies la majorité préfère une combinaison de trois techniques, suivie de quatre techniques (25.58%). les plus faibles taux d'adoptions sont observés pour l'adoption de 6 stratégies (0.89%) et la non adoption (3.57%). Ces résultats montrent que très peu de producteurs utilisent l'ensemble des six techniques à la fois et que très peu n'adoptent pas de stratégies d'adaptations. Le tableau suivant donne les différentes modalités de tech suivants les % de répondants.

Tableau 3: modalités de la variable dépendantes suivant le pourcentage d'adoption

nombre de stratégie adoptés	pourcentage de pratiquant %
tech0	3,57
tech1	8,94
tech2	15,02
tech3	30,41
tech4	25,58
tech5	15,56
tech6	0,89

Source : construction de l'auteur à partir des données d'enquêtes

En considérant les variables qualitatives, on remarque que sur les 559 enquêtés, seulement 39% font partie d'un groupement contre 61%. Ce qui montre que moins de la moitié des producteurs ne bénéficient pas des bienfaits des groupements. 96% des enquêtés sont de sexe masculin. Ce chiffre montre que la majorité des chefs de ménage en Afrique et particulièrement dans notre contexte est de sexe masculin. Les quelques chefs de ménage de sexe féminin sont des veuves non remariées. Quant à l'information sur le climat, 61% des producteurs en ont accès. Ce qui montre que des efforts restent toujours à faire dans ce domaine. Selon 84% des producteurs leurs sols ne sont pas fertiles contre seulement 16%. Ce résultat caractérise la nature des sols généralement rencontrée de nos jours au Burkina. Le taux d'accès au crédit reste très faible (12,7%). Cependant plus de la moitié des enquêtés possède au moins une fosse fumièr (76.74%) et font appel à la main d'œuvre salarié. En ce qui concerne les variables quantitatives, le nombre d'année d'éducation est compris entre 0 et 13 ans.

Pour l'ensemble de l'échantillon, l'âge moyen est de 48 ans, l'âge maximal est de 82 ans et enfin l'âge minimal est de 21 ans. Si l'on considère par province, la répartition par classe d'âge montre que 57,55% dans le Namentenga, 56,95% dans le Nayala, 40% dans le Houet et 45,95% dans le Yatenga ont un âge supérieur ou égale 50 ans. Ceci marque l'importance même de la représentativité de l'échantillon puisqu'il s'agit de changement climatique.

IV. 2- Résultats des différents tests

Le test de corrélation partielle indique qu'il existe une corrélation entre les variables explicatives et la variable dépendante. Cependant il existe également une corrélation entre les variables explicatives du modèle. Ce qui nous conduit à un problème de multi-colinéarité. Pour résoudre ce problème plusieurs auteurs tels que Asfaw, Hellin, et Shiferaw (2012), Cahuzac et Bontemps (2008), recommandent le calcul de la variance inflation factor (VIF). Chatterjee, Hadi et Price, (2000) souligne qu'un problème de multicollinéarité est relevé dès lors qu'un VIF présente une valeur supérieure ou égale à 10 et/ou lorsque la moyenne des VIF est supérieure ou égale à 2. Mais si aucune de ces deux valeurs n'est atteinte, l'impact de la multicollinéarité n'est pas inquiétant et toutes les variables explicatives peuvent donc être conservées pour l'analyse. Le calcul du VIF dans notre cas montre que la multicollinéarité n'est pas un problème pour l'estimation (tous les VIF sont inférieurs à 10) et par conséquent toutes les variables explicatives présentant une corrélation entre elles peuvent être conservées dans le modèle.

IV.3 Présentation et interprétation des résultats de l'estimation du logit multinomial

IV.3.1 Présentation des résultats

Tableau 3 : Résultats de l'estimation du logit multinomial

coefficients: estimation des paramètres						
Variables	tech1	2	3	4	5	6
Educ	0.023	-0,001	0,037	0,034	0,063	0,5**
Sexe	0.217	0,528	0,167	0,155	-0,096	-13,37
Age	-0.013	-0,016	-0,017	-0,025	-0,032	-0,007
Taille	0.081	0,005	0,033	0,004	0,019	0,084
Actif	0.186	0,042***	0,382**	0,437***	0,442***	0,445***
Infoclim	0.857	1,394**	1,916***	2,178***	2,795***	17,085
Fertisol	-0.191	-0,007	-0,234	-0,535	-0,681	-15,054
Groupement	0.26	0,177	0,483	1,045*	1,312	0,13
Maindoeuv	-0.674	-0,397	-0,842	-0,925*	-1,179	0,246
Pfossefum	-0.312	0,064	0,074	0,514*	1,314	0,204
Sup	0.063	0,081	0,073	0,078	0,057	0,08
Pluvio	-0.001	-0,004	-0,007**	-0,01***	-	-
					0,014***	0,014***
Crédit	-1,39*	-0,931	-1,063*	-1,332**	-1,344*	0,588
Constante	1,17	2,6	6,203*	8,375**	9,58***	3,061
Log-Likelihood	-793,462					
Pseudo R2	0,1422					
Obs.	557					
Wald chi2 (78)	263***	p>Chi2	0,000			

les valeurs entre parenthèse sont les probabilités. (***), (**), (*) représentent respectivement les significativités au seuil de 1%, 5% et 10%

Source : estimation faite par l'auteur à partir des données d'enquêtes

Tableau 4 : Effets marginaux

variables explicatives	tech 1	tech 2	tech 3	tech 4	tech 5	tech 6
educ	-0,0004 (0.878)	-0,005 (0.423)	0,001 (0.836)	0,0004 (0.956)	0,003 (0.526)	6,21E-07 (0.998)
sexe	0,001 (0.973)	0,051 (0.546)	-0,009 (0.947)	-0,01 (0.934)	-0,031 (0.714)	-1,80E-05 (0.998)
age	0,0003 (0.535)	0,0007 (0.584)	0,001 (0.523)	-0,001 (0.515)	-0,001 (0.257)	1,76E-08 (0.998)
taille	0,003** (0.042)	-0,002 (0.445)	0,004 (0.268)	-0,005 (0.199)	-0,0002 (0.911)	8,42E-08 (0.998)
actif	-0,01*** (0.001)	0,003 (0.490)	-0,006 (0.298)	0,011** (0.025)	0,004** (0.045)	6,05E-08 (0.998)
infoclim	-0,06*** (0.006)	-0,084** (0.034)	-0,002 (0.964)	0,072 (0.173)	0,087*** (0.002)	4,00E-04 (0.998)
fertisol	0,006 (0.767)	0,053 (0.279)	0,033 (0.590)	-0,06 (0.289)	-0,035 (0.251)	-1,35E-05 (0.998)
groupement	-0,02 (0.212)	-0,075** (0.025)	-0,079* (0.097)	0,1** (0.021)	0,072** (0.016)	-7,07E-07 (0.998)
maindoeuv	0,007 (0.659)	0,064* (0.071)	-0,006 (0.902)	-0,02 (0.532)	-0,039 (0.172)	1,40E-06 (0.998)
pfossefum	-0,034 (0.123)	-0,034 (0.391)	-0,082 (0.146)	0,064 (0.230)	0,089*** (0.003)	-1,04E-07 (0.998)
sup	-0,0005 (0.855)	0,0012 (0.809)	9.26E-05 (0.990)	0,001 (0.832)	-0,001 (0.666)	9,51E-09 (0.998)
pluvio	0,0003*** 0	0,0006*** 0	0,0003* (0.054)	-0,0007*** (0.00)	-0,0006*** (0.000)	-8,20E-09 (0.998)
crédit	-0,01 (0.613)	0,036 (0.506)	0,035 (0.626)	-0,05 (0.445)	-0,019 (0.595)	4,99E-06 (0.998)

les valeurs entre parenthèse sont les probabilités. (***), (**), (*) représentent respectivement les significativités au seuil de 1%, 5% et 10%

Source : estimation faite par l'auteur à partir des données d'enquêtes

IV.3.2 Interprétation statistique des paramètres estimés

La statistique de Wald donnée par STATA est de 263 avec 78 degré de liberté, ce qui peut être approximé à une loi normal centrée réduite. La probabilité associée à la statistique de Wald est de 0,000, significative à 1%. On peut donc conclure que le modèle est adéquat. Les variables prises dans l'ensemble sont significatives. Le R^2 indique que 14.22% des variations de la variable dépendante sont expliquées par les variables explicatives. Mais on ne prête pas attention à cette variable dans le logit multinomial en ce sens qu'elle varie en fonction du nombre de variable explicative utilisée.

En observant les coefficients des paramètres estimés, on constate que l'adoption d'une seule stratégie d'adaptation est influencée significativement par l'accès au crédit, l'adoption de deux stratégies est influencée significativement par l'actif et l'accès à l'information sur le climat. L'adoption de 3 et 5 techniques est influencée significativement par les actifs du ménage, l'accès à l'information sur le climat, l'accès au crédit et la pluviométrie. L'adoption de 5 techniques est déterminée par les actifs du ménage, l'accès à l'information sur le climat, l'appartenance à un groupement, la possession de fosse fumière, l'utilisation de la main d'œuvre salarié, l'accès au crédit et la pluviométrie. En ce qui concerne l'adoption de six techniques, elle est influencée significativement par l'éducation, le nombre d'actifs et la pluviométrie. Le paragraphe suivant nous donnera l'influence de ces variables sur la probabilité d'adoption du nombre de techniques.

IV.3.3 Interprétation économique des paramètres.

Il s'agit d'une interprétation des effets marginaux des différentes variables introduites dans le modèle afin de mieux cerner leurs influences sur la probabilité d'adoption du nombre de technique.

Il existe une relation positive et significative à 5%, entre l'éducation et seulement l'adoption de six stratégies d'adaptation, son effet marginal est également positif mais non significatif. Un accroissement du nombre d'année d'éducation entraîne un accroissement de la probabilité d'adoption de six stratégies, de seulement 0,00000062. Cependant notre hypothèse selon laquelle l'éducation a un impact positif et significatif sur l'adoption du nombre de stratégies d'adaptation n'est pas vérifiée. En principe lorsque l'individu a une année d'éducation supplémentaire, cela devrait augmenter significativement la probabilité d'adoption de la stratégie d'adaptation (Ayuya et al (2012), Sanga et al. (2013) et Tazeze et al 2012 Apata (2011)). La non significativité du nombre d'année d'éducation sur l'adoption de six stratégies peut s'expliquer par le fait que dans nos provinces, avec l'évolution dans le domaine de la vulgarisation (partage d'expérience entre producteur, accès à l'information dans la langue locale, etc.), les producteurs arrivent à comprendre les mesures à prendre dans un contexte de changement climatique. Alors l'éducation est certes importante mais moins significative.

Le sexe du chef de ménage présente une relation positive pour l'adoption d'une à quatre stratégies et une relation négative pour l'adoption de cinq à six stratégies mais ces coefficients ne sont pas significatifs pour l'ensemble des stratégies. Il en est de même pour les effets marginaux. Ces résultats montrent que plus le chef de ménage est de sexe masculin, plus cela favorise la probabilité d'adoption d'une à 4 stratégies et décourage l'adoption de 5 à 6 stratégies.

Les coefficients de L'âge du chef de ménage indiquent l'existence d'une relation positive et non significative pour l'ensemble des six modalités. Ses effets marginaux sont également non significatifs. L'effet marginal de la taille du ménage n'est significatif (5%) que pour l'adoption d'une seule stratégie d'adaptation. Ainsi l'augmentation de la taille du ménage d'une unité supplémentaire entraîne l'accroissement de la probabilité d'adoption d'une seule stratégie d'adaptation de 0.003. En effet un individu supplémentaire dans le ménage accroît la consommation de celui-ci et dans un contexte de changement climatique, pour accroître la production, le chef de ménage est incité à adopter une stratégie pour se prémunir des pertes de récoltes. Aussi un individu supplémentaire dans le ménage, s'il accroît le nombre des actifs, cela peut également accroître la probabilité d'adoption d'une stratégie d'adaptation. Ces explications rejoignent celle de Brossier (1989) qui stipule que face aux risques agricoles les paysans cherchent à minimiser ce risque et obtenir de meilleurs rendements, à travers l'adoption d'une attitude de prudence.

Le nombre d'actifs présente un effet mixte sur l'adoption des stratégies d'adaptations. Il est négatif et significatif au seuil de 1% pour l'adoption d'une seule stratégie et positif et significatif au seuil de 5% pour 4 et 5 stratégies. En effet, l'accroissement du nombre d'actifs d'une unité supplémentaire conduit à une baisse de la probabilité d'adoption d'une stratégie d'adaptation de 0.01 et une hausse des probabilités d'adoption de 4 et 5 stratégies respectivement de 0.011 et 0.004. Ce qui veut dire que le nombre d'actif supplémentaire encourage l'adoption d'un nombre élevé de stratégies. Cela s'explique par le fait que, plus le nombre d'actifs du ménage augmente, plus la main d'œuvre familiale augmente et comme l'adoption de stratégie d'adaptation supplémentaire nécessite de la main d'œuvre alors le ménage est moins incité à se limiter à une seule stratégie, mais il est amené à accroître le nombre de stratégies d'adaptation toutes choses égales par ailleurs.

L'accès à l'information sur le climat est d'une part positivement et significativement (seuil de 1%) lié à l'adoption de 5 techniques et d'autre part il joue négativement et significativement sur la probabilité d'adoption d'une et deux techniques aux seuils respectifs de 1% et 5%. En effet, l'information sur le climat est sensée accroître la probabilité d'adoption des stratégies d'adaptation (Zeke et Abera (2014), Tazeze et al (2012) et Apata (2011)). Ce qui est le cas pour l'adoption de 5 stratégies d'adaptation. Un accès à l'information sur le climat d'un individu supplémentaire accroît la probabilité d'adoption de 5 techniques de 0.087 et réduit la probabilité d'adoption d'une ou deux techniques respectivement de 0.06 et 0.084. En effet, face aux changements et variabilités climatiques, l'accès à l'information sur le climat d'un producteur, lui permet de se rendre compte de la gravité de la situation et de le motiver à adopter plus de technique au lieu de se contenter d'un ou de deux seulement.

La fertilité du sol présente une relation négative et non significative pour l'ensemble des six modalités. Ses effets marginaux sont également non significatifs. L'accroissement de la fertilité du sol réduit la probabilité d'adoption des stratégies d'adaptations.

Concernant l'appartenance à un groupement de producteur, les effets marginaux sont négatifs et significatifs respectivement au seuil de 5% et 10% pour l'adoption de 2 et 3 techniques mais ils sont positifs et significatifs à 5% pour l'adoption de 4 et 5 techniques.

Tandis que l'appartenance d'un individu supplémentaire à un groupement entraîne une baisse de la probabilité d'adoption de 2 et 3 techniques respectivement de 0.075 et de 0.079 ; il augmente au contraire la probabilité d'adoption de 4 et 5 techniques respectivement de 0.1 et 0.072. Ces résultats s'expliquent par le fait que, les groupements de producteurs constituent le plus souvent des centres d'informations, de vulgarisations, de partages d'expériences, d'entraides sociales etc. Ainsi plus l'individu a accès à de tel milieu, plus il est mieux doté d'information et d'outil l'incitant à accroître le nombre de techniques d'adaptation (au delà de trois) en vu de réduire sa vulnérabilité aux changements climatiques. L'appartenance à un groupement augmente donc la capacité d'un producteur à mieux s'adapter au CC.

Le coefficient de l'estimation montre qu'il existe une relation négative et significative au seuil de 10% entre l'utilisation de la main d'œuvre salarié et l'adoption du nombre de 4 techniques d'adaptation mais son effet marginal n'est pas significatif. Cependant l'utilisation de la main d'œuvre salariée influe positivement et significativement au seuil de 10% sur la probabilité d'adoption de deux techniques. Une utilisation supplémentaire de la main d'œuvre salariée conduit à un accroissement de l'adoption de deux techniques d'adaptation de 0.064. La main d'œuvre salariée constitue un élément de coût pour le ménage. Lorsque ce coût augmente, l'adoption de plus de stratégies risque d'augmenter le temps de travail et accroître les dépenses du ménage, par conséquent il préfère adopter deux techniques qui demandent moins de temps de travail de la part de la main d'œuvre.

La possession de fosse fumière a un effet marginal positif et significatif au seuil de 1% sur l'adoption de cinq stratégies d'adaptations. En effet, la possession d'un individu supplémentaire d'une fosse fumière accroît la probabilité d'adoption de 5 techniques de 0.089. Ce résultat s'explique par le fait que la possession de fosse fumière augmente les chances du producteur de disposer de la fumure organique qu'il pourrait utiliser en combinaison avec le zai, les cordons pierreux, les demi-lunes, et économiser de l'argent (non achat de fumure organique) pour l'achat d'engrais chimique par exemple (toutes choses étant égales à par ailleurs).

L'effet de la pluviométrie sur l'adoption des stratégies d'adaptation est mixte. La pluviométrie joue positivement et significativement au seuil de 1% sur la probabilité d'adoption de 1 et 2 stratégies et 10% pour l'adoption de 3 stratégies. Elle joue négativement et significativement au seuil de 1% pour l'adoption de 4 et 5 stratégies. Malgré cette forte significativité, les valeurs de ces effets marginaux restent très faibles. En effet une augmentation d'une unité supplémentaire de la quantité de pluie accroît la probabilité d'adoption d'une, 2 et 3 techniques de 0.0003 pour 1 et 3 techniques et de 0.0006 pour deux techniques. Par contre cette augmentation baisse respectivement de 0.0007 et 0.0006 pour l'adoption de 4 et 5 techniques. Ces résultats s'expliquent par le fait que plus il pleut, plus l'individu ne pourrait se contenter de peu de techniques d'adaptation (moins de 4 dans notre cas) au détriment de 4 ou 5 stratégies pour sécuriser ses rendements. La pluviométrie est un élément fondamental dans la production dans les pays comme le Burkina Faso ou le secteur agricole dépend fortement de ce dernier. L'adoption des stratégies d'adaptation dans le secteur agricole vise en partie l'accroissement des rendements par la conservation des eaux, l'amélioration de la fertilité des sols etc. Alors si la pluviométrie s'augmente, les techniques permettant de conserver l'eau deviennent moins utiles par rapport aux techniques de fertilisation; ce qui réduit la probabilité d'adopter plus de 3 techniques toutes choses égales à par ailleurs.

L'accès au crédit présente des coefficients négatifs et significatifs au seuil de 10% pour l'adoption de 1 ; 3 et 5 techniques et au seuil de 5% pour 4 techniques. Mais les effets marginaux ne sont pas significatifs. Le crédit semble donc ne pas avoir d'influence significative sur l'adoption du nombre de stratégies d'adaptation.

V. Conclusion et recommandations

L'objectif a été d'analyser les facteurs déterminants de l'adoption du nombre de stratégie d'adaptation. L'hypothèse de départ est que : la pluviométrie, l'accès à l'information sur le climat, le nombre d'année d'éducation et la possession de fosse fumière influent significativement le choix d'adoption du nombre de stratégie d'adaptation. L'estimation a porté sur un logit multinomial à 7 modalités. L'existence d'un éventuel multicolinéarité dû à la corrélation entre les variables explicatives nous ont conduit à calculer le VIF qui nous a suggéré la prise en compte des variables en question dans le modèle.

Les résultats montrent que le modèle utilisé est adéquat et que l'adoption du nombre de stratégies d'adaptations augmente avec l'accès à l'information sur le climat, l'appartenance à un groupement de producteur, la possession de fosse fumière et cela de façon très significative.

Cependant les variables tels que l'âge, le sexe et la fertilité du sol n'ont aucune influence significative sur l'adoption du nombre de stratégies. Ainsi nous recommandons à l'Etat et aux organismes de développements ruraux à entreprendre davantage, des mesures de sensibilisation de la population, sur l'efficacité de la combinaison des techniques CES et GIFS, les itinéraires techniques à suivre, sur les avantages des groupements et inciter les producteurs à s'organiser en groupement ou association avec des règles bien définies. Il faudrait renforcer l'accessibilité des producteurs à l'information sur le climat et aux agents vulgarisateurs. Enfin il faudrait permettre à chaque producteur d'avoir au moins une fosse fumière en offrant ou subventionnant le matériel de construction tout en développant un réseau d'entraide social. Ainsi, des actions en vue de soutenir les centres de recherches, les recherches universitaires qui œuvrent pour trouver des solutions adéquates pour une meilleure adaptation doivent être renforcées.

Bibliographie

- Adeoti J. O. et Sinh B. T. (2009). *Technological constraint and farmers vulnerability in selected developing countries (Nigeria and Vietnam)*. Paper presented at the 7th International Conference 2009, 6-8 October 2009, Dakar, Senegal
AgEcon Search <http://purl.umn.edu/134489>.
- Agwu A. E., Dimelu, M. U. et Madukwe, M. C. (2008). *Innovation system approach to agricultural development: Policy implications for agricultural extension delivery in Nigeria*. African Journal of Biotechnology Vol. 7 (11), pp. 1604-1611.
- Alary V. (2006). *L'adoption de l'innovation dans les zones agro-pastorales vulnérables du Maghreb*. Cairn info. N°219.
- Apata T. G. (2011). *Factors influencing the perception and choice of adaptation measures to climate change among farmers in Nigeria. Evidence from farm households in Southwest Nigeria*. Environmental Economics, Volume 2, Issue 4
- Arodokoun U., Dedehouanou H., Adeoti R., Adegbola P., Adekambi S. et Katary A (2012). *Rôle des NTIC dans l'adaptation aux changements climatiques par les producteurs de coton du centre – Bénin*. African crop science journal, vol. 20, issue supplement s2, pp. 409 - 423 ISSN 1021-9730/ printed in Uganda
- Asfaw N., Hellin, J. et Shiferaw B. (2012). *Determinants of adoption and spatial diversity of wheat varieties on household farms in Turkey*. Socioeconomics ISBN 6079584417, 31 pages
- Ayuya I.O., Kenneth W.S. et Eric G. O. (2012). *Multinomial Logit Analysis of Small-Scale Farmers' Choice of Organic Soil Management Practices in Bungoma County, Kenya*. Current Research Journal of Social Sciences 4(4): 314-322, ISSN: 2041-3246.
- Cahuzac E. et Bontemps C. (2008). *Stata par la pratique : statistique, graphique et élément de programmation*. STATA press ISBN1597180424, 9781597180429, 254 pages
- Chatterjee, S., Hadi, A.S. and Price, B. (2000). *Regression Analysis by Examples*. 3rd Edition, Wiley VCH, New York.
- CILSS (2012). *Bonnes pratiques agro-sylvo-pastorales d'amélioration durable de la fertilité des sols au Burkina Faso*. – Ouagadougou
Dépôt légal n°DL 13-1216 – 194p
- Coudel E. (2012). *Apprendre à innover dans un monde incertain: concevoir les futurs de l'agriculture et de l'alimentation*. Editions Quae,
- Davis, I., Bagozzi, R. et Warshaw, R. (1989). *User acceptance of computer technology: a comparison of two theoretical models*
- Deressa T. (2007). *Measuring the economic impact of climate change on Ethiopian agriculture: Ricardian approach*. World Bank in its series Policy Research Working Paper Series RePEc:wbk:wbrwps:4342
- Deressa T. T., Hassan. R. M. , Ringler C., Alemud T. et Yesuf M. (2009) : *Determinants of farmers' choice of adaptation methods to climate change in the Nile Basin of Ethiopia*. Global Environmental Change Volume 19, Issue 2, Pages 248-255
- FAO (2003). *Economie de l'agriculture de conservation*. © FAO
- Hassan R., Nhemachena C (2008). *Determinants of African farmers' strategies for adapting to climate change: Multinomial choice analysis*, AfJARE Vol 2 No 1 March 2008. 83-104p
- Hausman J. (1980). *Les modèles probit de choix qualitatif*. Cahiers du Séminaire d'Économétrie © 1980 L'INSEE / GENE
[Shttp://www.jstor.org/stable](http://www.jstor.org/stable)
- Hausman, J., and McFadden D. (1984). *Specification Tests for the Multinomial Logit*. Econometrica, volume 52, Issue 5; 1219-1240

- Hurlin C. (2003). *Cours d'économétrie des Variables Qualitatives Chapitre 2 : Modèles Logit Multinomiaux Ordonnés et non Ordonnés*. Université d'Orléans
- Juma M., Nyangena W. et Yesuf M (2009). *Production Risk and Farm Technology Adoption in Rain-fed Semi-Arid Lands of Kenya*.EfD-Kenya JEL classification: D81, Q12, Q18,
- Kini J. (2007). *Analyse des déterminants de l'adoption des technologies de conservation des eaux et des sols dans le plateau central du Burkina Faso*.Université de Ouagadougou. UFR SEG PTCI Mémoire soutenu publiquement
- Kline S.J. et Rosenberg N.(1986). *Innovation: An overview* , in Landau, R., Rosenberg, N; (eds), *The Positive Sum Strategy*, Washington, National Academy Press.
- Koutou M. Ouedraogo D., Nacro H.B. et Lepage M. (2007). *Déterminants de l'adoption du zaï forestier et perspectives de valorisation de la technique (province du Yatenga, Burkina Faso)* Actes des JSIRAUF, Hanoi,
- McFadden D.(1968). *The revealed preference of a public bureaucracy*. Dept.of economics ,Univ.of California, Berkeley.
- Mergeai G. (2014). *What are the best approaches to the development of agro-ecological innovations in developing countries?* TROPICULTURA, 2014, 32, 2, 65-66
- Nana T.J (2015). *Impact des changements climatiques sur l'agriculture au burkina faso : quelles stratégies d'adaptation ?* Thèse soutenu publiquement. Université Ouaga II
- Nhemachena C. (2009). *Agriculture and future climate dynamics in Africa: impacts and adaptation option*. PhD thesis, University of Pretoria, Pretoria, viewed yymmdd< <http://upetd.up.ac.za/thesis/available/etd-05302009-122839/> >
- Pangapanga P. I. (2011). *Modelling farmers' choice of adaptation strategies towards climatic and weather variability: Empirical evidence from Chikhwawa district, Southern Malawi*.Research in Agricultural and Applied Economics,
- Rogers E. M. (1995). *Diffusion of innovation*, Free Press New-York, 4th Edition
- Sanga G. J., Moshi A. B., and J. P. Hella (2013). *Small Scale Farmers' Adaptation to Climate Change Effects in Pangani River Basin and Pemba: Challenges and Opportunities*. International Journal of Modern Social Sciences, 169-194 ISS: 2169-9917
- Sawadogo H. (2011). *Revue de littérature zone nord ouest Burkina Faso*. C.N.R.S.T. /INERA n°8 scientific reports
- Swaans K et Pali P(2013). *Guidelines for innovation platforms: Facilitation, monitoring and evaluation*. ILRI Manual 8. Nairobi, Kenya: ILR
- Swaans K. et Pali P. (2013). *Directives pour les plateformes d'innovation : facilitation suivi et évaluation*. Google Livre. ISBN 92-9146-312-4. Institut international de recherche sur l'élevage.
- Tazeze A., Haji J. et Ketema M. (2012). *Climate Change Adaptation Strategies of Smallholder Farmers. The Case of Babilie District, East Harerghe Zone of Oromia Regional State of Ethiopia*. Journal of Economics and Sustainable Development. ISSN 2222-2855.Vol.3, No.14,
- Theil H. (1969). *A Multinomial Extension of the Linear Logit Model*.International Economic Review, 10 (October 1969), 251-9.
- Yegbemey R.N.,Yabib J.A., Tovignanb S. D., Gantolib G. et Kokoyeb S. E. H.(2013). *Farmers' decisions to adapt to climate change under various Property rights: A case study of maize farming in northern Benin (West Africa)*.www.elsevier.com/locate/landusepol .Land Use Policy 34 (2013) 168– 175
- Yossi H., Kaya B., Traoré C.O., Niang A., Butare I., Levasseur V. et Sanogo D. (2006).*Les haies vives au Sabel. Etat des connaissances et recommandations pour la recherche et le développement*. ICRAF Occasional Paper no. 6.Nairobi : World Agroforestry Centre.
- Zelege M.T. et Abera Y. (2014). *Determinants of the Adoption of Land Management Strategies against Climate Change in Northwest Ethiopia*,ERJSSH