

Facteurs affectant l'utilisation de la fumure organique dans les exploitations agricoles en zone sahélienne du Cameroun

Pompidou Denis FOLEFACK^{1*}, Abou SALE² et Anselme WAKPONOU³

¹ *Ministère de la Recherche Scientifique et de l'Innovation/ Institut de Recherche Agricole pour le Développement, B.P. 1457 Yaoundé, Cameroun*

² *Institut de Recherche Agricole pour le Développement, B.P. 33 Maroua, Cameroun*

³ *Université de Ngaoundéré, B.P. 455 Ngaoundéré, Cameroun*

* Correspondance, courriel : dfolefack@yahoo.fr

Résumé

L'objectif de cette étude est d'identifier les facteurs socio-économiques qui influencent l'utilisation de la fumure organique face à la baisse de la fertilité des sols dans un contexte de changements climatiques en zone sahélienne du Cameroun. Un modèle Logit est estimé pour isoler les variables affectant l'utilisation de la stratégie. Les résultats du modèle montrent une corrélation entre les variables socio-économiques et l'utilisation de la fumure organique face à la baisse de la fertilité des sols. Ainsi, les variables telles l'âge des agriculteurs, le niveau d'éducation, la taille de la famille, l'encadrement technique et l'accès aux médias sont les facteurs qui influencent de façon significative l'adoption de la fumure organique. En outre, l'analyse de la sensibilité de la probabilité d'adoption par rapport aux variables explicatives montre que certaines variables socio économiques ont des effets marginaux les plus forts ; en plus, certaines variables affectent positivement et d'autres négativement la propension à l'adoption de la stratégie. Afin d'accroître le taux d'adoption de cette stratégie, des actions fortes doivent être mises en œuvre par les acteurs du développement.

Mots-clés : *exploitations agricoles, changements climatiques, fumure organique, modèle Logit, zone sahélienne, Cameroun.*

Abstract

Factors affecting organic manure use by agricultural farmers in the Sahelian zone of Cameroon

The objective of this study is to identify the socioeconomic factors that influence the use of organic manure in the face of declining soil fertility in a changing climate in the Sahel region of Cameroon. A *Logit* model is estimated to isolate the variables affecting the use of the strategy. Model results show a correlation between socioeconomic variables and the use of organic manure in the face of declining soil fertility. Thus, variables such as age of farmers, level of education, family size, technical guidance and access to media are factors that significantly influence the adoption of organic manure. Furthermore, the sensitivity analysis of the probability of adoption relative to variables shows that some socio economic variables have the strongest marginal effects, in addition, certain variables affect positively and others negatively the

propensity for adoption of the strategy. In order to increase the rate of adoption of this strategy, strong action must be implemented by development actors.

Keywords : *agricultural farms, climate change, organic manure, Logit model, the Sahel region, Cameroon.*

1. Introduction

Les changements climatiques et la dégradation des terres constituent des menaces pour la survie et les moyens de subsistance de millions de personnes en Afrique sub-saharienne. La forte dépendance des économies et des populations rurales de cette région vis-à-vis de l'agriculture non irriguée, la prévalence de la pauvreté et de l'insécurité alimentaire, ainsi que le faible développement des capacités institutionnelles et des infrastructures sont tels que l'adaptation à la variabilité naturelle du climat est un défi toujours d'actualité [1, 2].

La fertilité des sols est en baisse dans de nombreuses régions de l'Afrique sub-saharienne. Les changements climatiques devraient occasionner des événements météorologiques plus extrêmes comme des inondations, des sécheresses et du temps plus imprévisible. Ces changements ne feront vraisemblablement qu'accentuer les problèmes rencontrés au niveau de la fertilité des sols. La fertilité des sols diminue pour diverses raisons. Certaines pratiques agricoles courantes, dont le brûlage des résidus de culture et l'abandon des sols à nu et sans protection contre le soleil et le vent et les pluies orageuses, font partie du problème. L'utilisation excessive ou insuffisante d'engrais et les rotations de cultures inadéquates entraînent également une diminution de la fertilité des sols [3-5].

Depuis plusieurs dizaines d'années, la quantité d'incidents climatiques violents dans certaines sous-régions d'Afrique et le nombre de personnes victimes des sécheresses et des inondations ont enregistré une forte augmentation. En effet, de nombreux modèles climatiques prévoient que le changement climatique aura des répercussions négatives sur la production agricole et la sécurité alimentaire de vastes zones d'Afrique sub-saharienne. La dégradation des terres peut aggraver ces changements climatiques, mais elle peut également être exacerbée par ces derniers. En plus, une autre incidence immédiate plus notoire de la dégradation des sols est que les paysans sont entraînés dans un cercle vicieux : faibles intrants à faibles rendements à faibles revenus [3, 6 - 9].

La zone sahélienne du Cameroun fait partie de la zone soudano sahélienne africaine où les sécheresses des décennies 1970 et 1980 y ont laissé de profondes séquelles environnementales et socioéconomiques [10 - 13]. Cette zone qui a une grande valeur socioéconomique et environnementale, a été sévèrement perturbée par les changements climatiques et leurs corollaires [14, 10]. De manière générale, il est reconnu qu'elle joue un rôle très important dans la survie des populations et la protection de l'environnement [10]. Avec l'avènement des sécheresses des décennies 1970 et 1980, les précipitations ont considérablement baissé dans la zone d'environ 25% entre les décennies 1970 et 2000, et l'évaporation s'est considérablement accrue, réduisant ainsi les surfaces inondées d'environ 60% [11, 15]. Par la suite, à cause des effets conjugués de la mauvaise pluviométrie et de la baisse des inondations, il y a eu une baisse drastique de la fertilité des sols par manque d'apports limono-organiques fertilisants, une baisse énorme des réserves hydriques des sols, et une baisse conséquente des rendements agricoles, surtout des céréales qui constituent l'alimentation de base des populations [12, 16, 10].

La situation actuelle est telle que les populations qui ont résisté aux vicissitudes du milieu, quoique diminuées en nombre suite aux émigrations, n'arrivent pas à assurer leur autosuffisance alimentaire [12]. D'autre part, à cause de la corrélation directe entre l'étendue des inondations et les quantités de poissons et de pâturages fournies par la plaine, il y a eu dégradation des autres activités socioéconomiques, et la

situation socioéconomique et environnementale des populations dépendant directement et indirectement de cette vitale zone humide s'est considérablement dégradée. Ces populations se sont mises donc à détruire les ressources naturelles de la zone pour assurer leur survie, multipliant ainsi les activités et s'affrontant régulièrement et mortellement [10].

Les changements climatiques ont également engendré une multitude d'effets sur les sols, avec des conséquences désastreuses pour la production agricole et la sécurité alimentaire, car selon une étude menée par [17] à la fois dans sept régions arides de l'Afrique australe, occidentale et orientale, tous les paysans enquêtés considèrent la baisse de la fertilité des sols comme principal effet néfaste des changements climatiques sur l'agriculture. Ainsi, face à cette baisse de la fertilité, les agriculteurs adoptent diverses stratégies d'adaptation. Cependant, il est à constater que le taux d'adoption reste très faible. Il est donc utile, voire urgent de cerner les facteurs socio-économiques qui peuvent influencer l'adoption des stratégies. L'objectif visé par cette étude est d'identifier les variables socio-économiques qui influencent l'utilisation de la fumure organique face à la baisse de la fertilité des sols due aux changements climatiques dans la zone sahélienne du Cameroun.

Le reste de l'article est organisé de la façon suivante : la section 2 présente les matériels et méthodes. Celle-ci comprend une présentation de la zone d'études, la collecte des données utilisées et le modèle empirique et conceptuel. La session 3 présente l'analyse descriptive des données et les résultats de l'estimation du modèle *Logit*. La conclusion et les enseignements sont présentés dans la session 4.

2. Méthodes et Matériel

2-1. Zone d'étude et collecte des données

Cette étude a été effectuée en zone sahélienne du Cameroun, couvrant la région de l'Extrême Nord. Cette zone a été choisie, car, elle fait partie des zones arides (250-500 mm) de l'Afrique subsaharienne où les populations sont sérieusement affectées par les effets des changements climatiques à cause de l'impact notoire de ces changements sur les ressources telles que les cultures, les sols, les animaux et l'eau, à l'instar des agro éleveurs. Comme conséquences, il y a fontes de semis, baisse des rendements agricoles, famine, maladies humaines et animales, braderie d'animaux, longs parcours pour de l'eau. Néanmoins, ces populations pour des besoins d'adaptation, ont développé des techniques très diverses.

Un questionnaire structuré a été administré à 200 chefs de ménages choisis au hasard dans les villages, dont 79 utilisent la fumure organique face à la baisse de la fertilité suite aux changements climatiques et 121 ne l'utilisent pas. Notre échantillon est donc constitué par l'ensemble des chefs des ménages agricoles qui ont au moins 40 ans et qui habitent les villages choisis dans la région de l'Extrême Nord. Les données ont été collectées au moyen des enquêtes à travers un questionnaire au cours de la campagne agricole 2011. Les agriculteurs ont fourni des informations actuelles et rétrospectives sur leurs exploitations, notamment : les caractéristiques socioéconomiques des familles (âge, sexe, statut matrimonial, etc.), l'assistance institutionnelle formelle et informelle (accès aux services de vulgarisation, accès au crédit, etc.), l'accès à l'information, la situation agro écologique, les facteurs climatiques, comme étant les facteurs susceptibles d'influencer l'adoption des stratégies d'adaptation par les paysans.

2-2. Modèle empirique et conceptuel

Dans cette étude, nous faisons l'hypothèse que les variables socio-économiques influencent l'utilisation de la fumure organique face à la baisse de la fertilité des sols suite aux changements climatiques en zone sahélienne du Cameroun. Un des objectifs de notre étude était de préciser le comportement des agriculteurs

face aux stratégies d'adaptation face aux changements climatiques en identifiant les facteurs qui influencent leurs utilisations ou adoptions, sous la forme d'une probabilité. Pour atteindre cet objectif, nous avons opté pour une modélisation de type *Logit*, facilitant la manipulation des résultats [18]. Car, sur le plan empirique, l'analyse des déterminants d'utilisation d'une stratégie ou d'adoption par un agriculteur est basée sur un modèle de choix discret [19, 20].

Le principe fondamental du modèle *Logit* est basé sur la probabilité pour un individu de choisir ou non une stratégie ou le produit qui lui est proposé [21-23]. Les paramètres de ce modèle *Logit* sont estimés par la méthode du maximum de vraisemblance [24-27]. Le choix de l'exploitant dépend des opportunités et est, par conséquent aléatoire, et ne saurait faire l'objet d'une régression linéaire, mais d'une régression multiple qui peut être du type exponentiel [25, 28]. La décision d'adoption d'une stratégie peut être théoriquement conçue comme suit et indiquée dans les équations.

En effet, deux propriétés font l'intérêt de la fonction de répartition logistique dans la modélisation des choix discrets. Il s'agit notamment de son intervalle qui se réduit de 0 à 1 et de la possibilité d'être linéarisé par une transformation logarithmique. Dans ce modèle, on définit une variable y^* comme suit :

$$y_i^* = \alpha + X_i \beta + \varepsilon_i, \quad (1)$$

où Y_i^* représente le bénéfice ou l'intérêt retiré par l'exploitant de son engagement dans le choix d'une stratégie d'adaptation aux changements climatiques dans son exploitation ; X_i est une variable qui peut influencer la pratique ; β les coefficients associés aux différentes variables du modèle et ε_i l'erreur associée à la variable.

La variable Y_i^* n'étant pas observable, il est nécessaire de générer une variable observable exprimant le choix d'une stratégie par l'exploitant :

- $y = 1$ si l'agriculteur utilise la fumure organique face à la baisse de la fertilité des sols et
- $y = 0$ si l'agriculteur n'utilise pas de fumure organique face à la baisse de la fertilité des sols.

Selon [18], la régression du modèle *Logit* caractérisant le choix par un échantillon d'exploitant est spécifié comme suit :

$$P_i = E(y_i) = F(\alpha + X_i \beta) = \frac{1}{1 + e^{-(\alpha + X_i \beta)}} \quad (2)$$

où l'indice « i » indique la $i^{\text{ème}}$ observation dans l'échantillon, P_i est la probabilité qu'un individu face un choix donné y_i , e est la base du logarithme népérien, x_i est un vecteur des variables exogènes, α est une constante et β_i sont des coefficients associés à chaque variable explicative X_i à estimer.

Il convient de noter que les coefficients estimés n'indiquent pas directement l'effet du changement des variables explicatives correspondantes sur la probabilité (p) de l'occurrence des résultats. Un coefficient positif signifie que la probabilité augmente avec l'accroissement de la variable indépendante correspondante [29]. Les coefficients α et β dans la régression logistique sont estimés en utilisant la méthode du maximum de vraisemblance. Ainsi, le *Logit* est basé sur la notion de maximum de vraisemblance dont la fonction est :

$$\prod_{i=0}^n \prod_{j=0}^k [Exp(\beta_j x_{ij}) / Exp(\beta_j x_{ij})]^{N_{ij}} \quad (3)$$

Où N représente le nombre d'observations en dehors de celles pour lesquelles Y prend la valeur j .

Toutefois, la fiabilité des paramètres estimés (convergence et normalité asymptotique) par cette méthode repose sur le caractère aléatoire et indépendant des variables explicatives utilisées ; ce qui suppose que leurs valeurs sont déterministes et donc bornées. Pour résoudre le problème de multicollinéarité qui rendrait les résultats pas très fiables et inefficaces, nous avons procédé à une Analyse des Correspondances

Multiplés (ACM) à partir du logiciel SPAD. Ainsi dans nos estimations, les variables retenues sont celles qui offrent un plus grand pouvoir d'explication.

Les variables explicatives ont été identifiées en se référant aux hypothèses avancées dans ce travail concernant le choix des stratégies d'adaptation aux changements climatiques. Le choix des variables est basé aussi sur les informations obtenues de l'enquête menée dans la zone d'étude. Ces variables qui caractérisent la situation socio-économique des producteurs peuvent être déterminantes dans le choix d'une stratégie d'adaptation aux changements climatiques. Le **Tableau 1** présente l'ensemble des principales variables collectées qui permettent d'expliquer les choix des agriculteurs.

Tableau 1 : Variables utilisées dans le modèle

Variable	Description des variables	Moyenne	Ecart type	Min	Max	N
USAENORG	Utilisation de la fumure organique (1 s'il utilise et 0 si non)	1,603	0,491	0	1	200
AGE	Age de l'enquêté (années)	58,64	14,40	40	109	200
STATMAT	Situation matrimoniale (1=marié et 0=autres)	1,17	0,584	0	1	200
NIVEDUC	Niveau d'éducation (1=primaire et 0=autres)	2,87	1,405	0	1	200
TAIFAM	Taille de la famille	10,20	5,80	1	36	200
TAITOPAR	Taille totale des parcelles	4,10	4,871	1	40	200
NOMANAGRI	Nombre d'années dans l'agriculture	34,51	14,555	3	70	200
ENCATECHN	Encadrement technique (1=oui, 0=non)	1,60	0,491	0	1	200
ACCSEMED	Accès aux médias (1=oui, 0=non)	1,49	0,501	0	1	200
VENTRECO	Vente d'une partie de la récolte	1,22	0,413	0	1	200

L'utilisation de la fumure pour s'adapter à la baisse de la fertilité des sols face aux changements climatiques (USAENORG) : Cette variable est la variable dépendante qui est influencée par des facteurs socio-économiques. Cette stratégie constitue l'une des plus utilisées par les agriculteurs pour s'adapter aux changements climatiques.

L'âge du producteur (AGE) : cette variable mesurée en nombre d'années, constitue aussi un proxy de l'expérience dans les cultures agricoles. Les producteurs moins expérimentés sont jeunes. Les jeunes producteurs sont enclins à prendre plus de risque que les producteurs plus âgés.

Le statut matrimonial des enquêtés (STAMAT) : cette variable est un proxy déterminant pour l'adoption des technologies agricoles. Le statut matrimonial détermine les besoins et les dépenses du producteur, et conditionne ses décisions d'améliorer sa productivité agricole. Les agriculteurs mariés ont plus de disponibilité de main d'œuvre et par conséquent peuvent adopter plus facilement une stratégie d'adaptation.

Le niveau d'éducation (NIVEDUC) : cette variable est un proxy de la capacité managériale du producteur. Elle indique aussi la capacité du producteur à disséquer les informations relatives à l'environnement

économique et aux changements climatiques. Les producteurs éduqués ont de meilleures aptitudes à appliquer et à diffuser les instructions des services de vulgarisation [30]. En plus, l'éducation formelle détermine positivement le revenu agricole.

La taille de la famille (TAIFAM) : cette variable est un proxy de la charge du chef de ménage. Un ménage plus nombreux doit développer des stratégies adaptatives précises pour les besoins alimentaires et monétaires du ménage. Elle favorisera une augmentation de la production et donc des recettes. Le signe prédit est alors positif.

La taille totale des parcelles (TAITOPAR) : cette variable oriente la possibilité d'augmenter les superficies des parcelles et ouvre un champ vers la diversification. Elle constitue pour un niveau de richesse.

L'expérience dans les cultures (NOMANAGRI) : Le nombre d'années d'expérience dans l'agriculture dans les zones vulnérables permet aux agriculteurs d'avoir une connaissance pratique sur l'agriculture et facilite son orientation stratégique. On admet que le nombre d'années d'expérience influence positivement l'adoption de la fumure organique.

L'encadrement technique (ENCATECHN) : L'accès aux services de vulgarisation est un élément important dans les processus d'adoption et de diffusion des innovations. Le contact avec la vulgarisation facilite l'accès à l'information et favorise l'adoption des innovations. L'encadrement technique des agriculteurs par les services de vulgarisation influence positivement l'adoption de la fumure organique.

L'accès aux médias (ACCSEMED) : cette variable est très déterminante pour l'adoption de cette stratégie, car, les agriculteurs qui ont accès aux médias sont les plus informés et ils auront tendance à être des novateurs et à adopter des stratégies existantes. Plus les agriculteurs ont accès aux médias et sont informés, plus la probabilité d'adaptation est importante.

La vente d'une partie de la récolte (VENTRECO) : Cette variable est un indicateur d'accès aux marchés. Dans cette zone, les cultures vivrières jouent un rôle économique très important. Pour cela, on admet que l'existence ou la proximité de marchés pour écouler facilement les produits agricoles et facilite ainsi l'adoption des stratégies durables pour garantir une grande production.

3. Résultats et discussion

3-1. Identification des agriculteurs

Les caractéristiques socioéconomiques d'une population influencent énormément aussi bien la perception des changements climatiques et leurs effets, que l'adoption des stratégies d'adaptation, et déterminent par là sa vulnérabilité ou sa résilience. Il est donc utile de prime à bord d'identifier les agriculteurs. En zone sahélienne, la population enquêtée est composée à moitié d'hommes et de femmes, soit près de 51% d'hommes et 49 % de femmes. La majorité de ces populations est mariée, avec un taux de 92%. Le taux de scolarisation est très faible avec près de 92% qui n'ont pas été à l'école. L'âge moyen se situe autour de 59 ans et la taille moyenne du ménage est d'environ 10 personnes. Ces populations ont une expérience assez élevée en agriculture d'environ 34 ans. La majorité de ces paysans ont des parcelles de petites tailles, soit environ 4 ha. L'agriculture pratiquée par ces paysans est celle de subsistance. On note un accès moyen aux médias de 50% et une faible collaboration avec les structures d'encadrement agricole (40%), qui doivent sûrement avoir un lien direct avec le faible taux de scolarisation.

3-2. Perception paysanne des effets des changements climatiques sur les sols

Selon [1] citant le Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat (GIEC), les variations de la concentration de gaz à effet de serre et d'aérosols, dans leur ensemble, vont conduire, à l'échelle régionale et globale, à une évolution de paramètres climatiques ou liés au climat tels que la température, les précipitations, l'humidité du sol et le niveau de la mer. La température à la surface du globe a augmenté de 0,3 à 0,6 °C environ depuis la fin du XIXe siècle et le niveau de la mer s'est élevé de 10 à 25 cm au cours des cent dernières années. On peut voir que, les changements climatiques sont une évidence. Les populations rurales de l'Afrique sub-saharienne sont particulièrement exposées aux aléas climatiques dans la mesure où elles sont étroitement dépendantes de l'agriculture pluviale qui représente près de 93% des terres cultivées. Les effets de ces changements sont divers, mais, cette section ne présentera que les effets perçus par les agriculteurs sur les sols.

Tableau 2 : *Principaux effets des changements climatiques sur les sols*

N°	Effets perçus par les agriculteurs	Fréquence	Pourcentage (%)
1	Baisse de la fertilité des sols	128	71,11
2	Induration de la surface des sols	114	63,33
3	Sols légers	108	60
4	Accroissement de l'érosion des sols	104	57,78
5	Modification de la couleur des sols	103	57,22

La baisse de la fertilité des sols, qui est l'effet le plus perçu ici, est l'un des effets les plus perceptibles (71%) par les agriculteurs car tous les autres effets sont soit ses conséquences (induration des sols, sols légers, modification de la couleur), soit ses causes (érosion des sols). En effet, tous les effets perçus ici sont liés entre eux directement ou indirectement. Ceci dit, à cause du caractère orageux et torrentiel des pluies, et suite à l'assèchement et à l'induration de la surface des sols, il y a une tendance à l'accélération de l'érosion hydrique et éolienne qui fait perdre aux sols leur matière organique, les rendant ainsi moins fertiles, légers et bruns.

Cette baisse de la fertilité des sols s'expliquerait d'abord par la baisse des apports alcalino-terreux et organiques fertilisants, la salinisation des sols, la déstructuration des sols, la pollution des sols, le compactage des sols, mentionnés par les scientifiques, auxquels on peut ajouter l'érosion des sols, mentionnée ici par les agriculteurs : les paysans ont observé alors le dénominateur commun de tous les effets mentionnés par les scientifiques et ses indicateurs, prouvant ainsi que plus que tout, ce sont les rendements agricoles qui les intéressent.

De plus, en dehors de la baisse de la fertilité et de l'induration des sols qui sont des phénomènes plus facilement perceptibles par les agriculteurs surtout lors des périodes des semis (induration des sols) et des récoltes (baisse de la fertilité), tous les autres effets sont perçus par une petite minorité. Effectivement, d'après [17], selon les résultats d'une étude conduite dans sept pays de trois zones africaines (Ouest, Est et Australe), le principal effet des changements climatiques sur les sols relevé par les paysans dans chacune des régions est la baisse de la fertilité des sols. D'autre part, par rapport à la disparité entre les différents taux de perception des effets, [7] estime que cela est fonction du mode de développement, plus particulièrement des caractéristiques de la population et du niveau des revenus.

Stratégies d'adaptation des agriculteurs face à la baisse de la fertilité des sols

La variabilité et le changement climatiques peuvent contribuer à la dégradation des terres en exposant les sols non protégés à des phénomènes violents (pluies orageuses, érosion éolienne et hydrique). Ceci compromet le potentiel des pratiques actuelles de gestion des terres à maintenir les ressources naturelles, contribuant ainsi au déboisement, à l'érosion des sols, à leurs appauvrissement en matières organiques et à d'autres formes de dégradation.

Tableau 3 : Principales stratégies d'adaptation face aux effets sur les sols

N°	Effets observés	Stratégies d'adaptation	Fréquence	Pourcentage(%)
2	Baisse de la fertilité des sols	Usage des engrais organiques	81	40,56
2		Usage des engrais chimiques	34	17,22
3		Abandon de la parcelle	21	10,56

Face aux différents risques liés à la variabilité climatique (sécheresse, vents, ennemis des cultures, etc.), les paysans ont développé des stratégies d'adaptation. En général, il y a une très faible adoption des stratégies modernes d'adaptation par les agriculteurs face aux effets des changements climatiques sur les sols. Parmi les stratégies adoptées, l'utilisation de la fumure organique est la plus citée par les agriculteurs, même si le taux d'utilisation reste relativement moyen (41%). Tout ceci traduit les conséquences du faible taux de scolarisation, de l'absence des structures agricoles d'encadrement des paysans, du faible accès aux médias, du faible taux de collaboration entre les agriculteurs et les rares structures d'encadrement agricole existantes, de la pauvreté, mais aussi de l'enclavement.

En effet, les agriculteurs face à la baisse de la fertilité des sols, font recours aux engrais chimiques à près de 17% seulement. Il est signalé que le faible taux d'utilisation des engrais chimiques s'explique tout d'abord par le problème d'accessibilité lié à la disponibilité et à son coût très élevé. Dans toute la zone sahélienne, la seule structure distribuant les engrais reste et demeure la SODECOTON, mais qui privilégie les zones de productions cotonnières et les conditions d'accès aux intrants vivriers sont des facteurs limitant. La dernière stratégie adoptée est l'abandon de la parcelle. Cette stratégie est la phase extrême, car l'abandon de la parcelle dans une zone où les problèmes fonciers se posent est une contrainte non négligeable pour les exploitations.

De même, si les problèmes liés aux sols (baisse de la fertilité des sols) et aux cultures (baisse des rendements agricoles) continuent à persister malgré l'adoption de l'usage des engrais organiques et chimiques, cela veut dire qu'il y a un problème de maîtrise de ces techniques, d'où le mauvais usage des engrais organiques et chimiques. Encore faut-il que ces paysans puissent les utiliser en quantité suffisante et convenablement.

Modèle économétrique

Nous rappelons que la variable expliquée est représentée par l'utilisation de la fumure organique pour s'adapter à la baisse de la fertilité face aux changements climatiques dans la zone sahélienne du Cameroun.

Tableau 4 : Déterminants d'utilisation de la fumure organique face à la baisse de la fertilité des sols par les agriculteurs (modèle Logit)

Variable	Estimation	Ecart type	Wald	Sig.
Constante	-1,944	1,886	1,062	0,303
AGE	0,040	0,021	3,641	0,056*
STAMAT	-0,250	0,347	0,522	0,470
NIVEDUC	-0,316	0,160	3,885	0,049**
TAIFAM	-0,127	0,050	6,439	0,011**
TAITOPAR	0,044	0,061	0,523	0,470
NOMANAGRI	0,004	0,021	0,034	0,853
ENCATECHN	1,182	0,414	8,136	0,004**
ACCSEMED	-3,070	0,548	31,397	0,000***
VENTRECO	0,446	0,618	0,521	0,470
Nombres d'observations		200		
Log-vraisemblance		-267,36		
Pseudo R2		0,348		
Khi 2		93,15		
Prob		0,000		

Les niveaux de significativité sont respectivement : 1% (***), 5% (**) et 10% (*).

Les résultats montrent que le modèle estimé est globalement statistiquement valide. En effet, la log-vraisemblance (-267,36) est satisfaisante, ainsi que le Khi-deux du modèle ($X^2 = 93,15$) qui est significatif à 1%. Montrant ainsi, une forte corrélation entre les variables (Pseudo R2=0,348). Au niveau des paramètres estimés, on trouve globalement cinq variables ayant une influence significative sur la probabilité d'adoption de la fumure organique face à la baisse de la fertilité. Ces variables sont entre autres : l'âge des agriculteurs, le niveau d'éducation, la taille de la famille, l'encadrement technique et l'accès aux médias. En outre, l'analyse de la sensibilité de la probabilité d'adoption par rapport aux variables explicatives montre que certains variables socio économiques ont des effets marginaux les plus forts. En plus, certains variables affectent positivement et d'autres négativement la propension à l'adoption de la stratégie. Une analyse singulière des variables ayant des effets significatifs sur la probabilité de choix nous permettra de mettre en évidence ces effets.

L'âge des agriculteurs (AGE) influence significativement et positivement au seuil de 10% la probabilité d'utiliser la fumure organique face à la baisse de la fertilité. Les agriculteurs les plus âgés auront tendance à plus adopté cette stratégie que les plus jeunes. Cela montre que ceux qui ont plus d'expérience dans l'agriculture comprennent plus les risques et les enjeux de la baisse de la fertilité dans les exploitations. Ils comprennent plus les effets des changements climatiques et sont disposés à prendre des mesures adéquates d'adaptation. Ils connaissent également mieux l'importance de l'usage de la fumure organique pour l'amélioration de la fertilité des sols.

Le niveau d'éducation (NIVEDUC) influence négativement le choix de cette stratégie au seuil de 5%. Plus le niveau des agriculteurs est élevé, moins ils auront tendance à adopter cette stratégie d'adaptation face à la baisse de la fertilité. Dans cette zone, les producteurs ayant un niveau d'éducation élevé sont généralement des fonctionnaires qui travaillent ailleurs, et donc ne pas assez de temps pour se consacrer à une technique contraignante, et ont accès à plusieurs sources d'informations qui leurs permettent d'utiliser d'autres stratégies d'adaptation leurs permettant d'améliorer leur production agricole.

La taille du ménage (TAIFAM) a eu un effet significatif sur la probabilité du choix de la stratégie au seuil de 5%. Cependant, il est à relever qu'avec le signe négatif du coefficient, ce résultat nous indique que plus le ménage est grand, moins il aura tendance à adopter cette stratégie d'adaptation face à la baisse de la fertilité. Les nouvelles technologies peuvent accroître la demande saisonnière de main d'œuvre, de sorte que leur acceptation est moins attrayante pour les exploitants qui ont une dotation en main d'œuvre familiale limitée ou qui opèrent dans un contexte restreint au marché du travail. De même, à cause de la pratique de l'agriculture extensive, les ménages disposant d'assez de main d'œuvre et ne disposant pas d'animaux, étendent régulièrement leurs parcelles agricoles pour accroître leurs productions agricoles et satisfaire leurs besoins.

L'encadrement technique (ENCATECHN) a une influence hautement significative au seuil de 1% sur la probabilité d'utilisation de la fumure organique dans les exploitations. Dans la plupart des cas, toute technologie est entachée de risques subjectifs et objectifs, dont l'existence retarde leur adoption. L'accès à l'information à travers les contacts avec les vulgarisateurs réduit ces risques et favorise l'adoption des innovations. Les paysans qui ne sont pas en contact avec les services d'encadrement ignorent les avantages de la stratégie et leur existence et/ou les techniques d'utilisation. D'où l'effet positif de la vulgarisation sur la probabilité de choix de cette stratégie.

L'accès aux médias (ACCSEMED) est une variable qui a eu des effets hautement significatifs au seuil de 1%. Cependant, le signe négatif observé fait croire que les agriculteurs ayant plus accès aux médias sont plus informés et disposent d'autres possibilités d'adaptation. En effet, le degré d'accès à l'information est jugé par le fait de recevoir des visites d'agent de vulgarisation, de participer aux démonstrations en milieu réel, ou les contacts avec les médias. Ceux qui sont plus informés et ayant un accès plus facile aux médias sont instruits et disposent des opportunités plus fortes que les moins instruits. Ils ont beaucoup d'autres possibilités pour contourner l'usage de la fumure organique (jugée parfois contraignante) afin d'améliorer leurs rendements ou leurs revenus.

Notons enfin que, d'autres variables à priori pertinentes présentes dans le modèle n'ont aucun effet significatif sur le choix des stratégies par les agriculteurs, bien que ces variables influencent positivement ou négativement le choix de la stratégie d'adaptation. Il s'agit notamment du statut matrimonial (STAMAT), de la taille totale des parcelles (TAITOPAR), de l'expérience des agriculteurs (NOMANAGRI) et la vente de récolte (VENTRECO).

4. Conclusion

Le modèle *Logit* a été mis en exergue pour cerner les variables socio-économiques qui influencent l'utilisation de la fumure organique face à la baisse de la fertilité des sols due aux changements climatiques dans la zone sahélienne du Cameroun. Ainsi, à l'aide du modèle *Logit*, on constate qu'une corrélation existe entre les facteurs socio-économiques et l'utilisation de la stratégie. Au niveau des paramètres estimés, on trouve globalement cinq (5) variables ayant une influence significative sur la probabilité d'adoption de la fumure organique face à la baisse de la fertilité. Ces variables sont entre autres : l'âge des agriculteurs, le niveau d'éducation, la taille de la famille, l'encadrement technique et l'accès aux médias.

En outre, l'analyse de la sensibilité de la probabilité d'adoption par rapport aux variables explicatives montre que certaines variables socioéconomiques ont des effets marginaux les plus forts. De plus, certaines variables affectent positivement et d'autres négativement la propension à l'adoption de la stratégie. Une analyse singulière des variables ayant des effets significatifs sur la probabilité de choix nous permettra de mettre en évidence ces effets. Notons enfin que, d'autres variables à priori pertinentes présentes dans le modèle n'ont aucun effet significatif sur le choix des stratégies par les agriculteurs, bien que ces variables

influencent positivement ou négativement le choix de la stratégie d'adaptation. Il s'agit notamment du statut matrimonial, de la taille totale des parcelles, de l'expérience des agriculteurs et la vente de récolte. Cette étude est une contribution importante sur les questions des stratégies d'adaptation des agriculteurs face aux extrêmes indices climatiques. L'utilisation du modèle *Logit* semble utile car, nous pensons que pour accompagner les producteurs dans leurs stratégies d'adaptation, il est important de cerner agissent des uns et des autres.

Afin d'améliorer efficacement la résilience des agriculteurs aux changements climatiques, quelques actions pour l'amélioration des conditions socioéconomiques, infrastructurelles, et techniques doivent être entreprises.

Parmi ces mesures, on peut mentionner :

- l'amélioration du taux de scolarisation de la zone par la création des écoles et l'affectation des personnels enseignants qualifiés, et le désenclavement de la zone pour un accès facile aux marchés ;
- la sensibilisation des paysans par rapport aux effets actuels et futurs des changements climatiques et aux meilleures stratégies d'adaptation existantes. Ainsi qu'aux liens existants entre les effets et les stratégies ;
- le renforcement de l'encadrement technique des agriculteurs, pour mettre à disposition des agriculteurs des informations sur les opportunités des différentes stratégies d'adaptation ;
- l'amélioration de l'accès à l'information et aux technologies agricoles par la création des radios rurales, la facilitation de l'accès des agriculteurs aux acquis de la recherche agricole ;
- la réactivation du fonctionnement des stations météorologiques et des postes agricoles, pour la collecte, l'analyse et la diffusion de l'information à temps afin de favoriser une adaptation anticipative des agriculteurs.

Références

- [1] - B. SULTAN. *L'étude des variations et du changement climatique en Afrique de l'Ouest et ses retombées sociétales. Habilitation à diriger des recherches, Université Pierre et Marie Curie, (2011) 137 p.*
- [2] - A. BERG, N. de NOBLET-DUCOUDRE, B. SULTAN, M. LENGAGNE, and M. GUIMBERTEAU. *Projections of climate change impacts on potential crop productivity over tropical regions, Agricultural and Forest Meteorology, en revision (2011).*
- [3] - P. A. ORAM. *Sensitivity of agricultural production to climatic change, an update. In "Climate and Food Security". IRRI, Manila, The Philippines, (1989) 25-44.*
- [4] - J. HANSEN, A. CHALLINOR, A. INES, T. WHEELER, and V. MORON. *Translating climate forecasts into agricultural terms: advances and challenges. Climate Research, 33(1) (2006) 27.*
- [5] - PNUD. *Reducing disaster risk: a challenge for development. UNDP global report (ed. M. Pelling) (2004).*
- [6] - J. HANSEN, A. CHALLINOR, A. INES, T. WHEELER, and V. MORON. *Translating climate forecasts into agricultural terms: advances and challenges. Climate Research, 33(1) (2006) 27.*
- [7] - *GIEC. Bilan 2007 des changements climatiques: impacts, adaptation et vulnérabilité. Editions GIEC. Paris, France. (2007) 39 p.*
- [8] - A. CHALLINOR, T. WHEELER, C. GARFORTH, P. CRAUFURD, and A. KASSAM. *Assessing the vulnerability of food crop systems in Africa to climate change. Climatic Change, 83 (2007) 381-399*
- [9] - FAO. *The state of food insecurity in the world 2008 — high food prices and food security — threats and opportunities. Rome, Food and Agricultural Organisation (2008).*

- [10] - P. LOTH. *The return of the water: Restoring the Waza Logone floodplain in Northern Cameroon*. IUCN. Gland, Switzerland and Cambridge, UK. XVI (2004) 156 p.
- [11] - D. SIGHOMNOU. *Hydrodynamique et évolution récente des inondations de la plaine du Logone Extrême Nord, Cameroun. Rapport Séminaire Plan Directeur de Recherche pour la plaine du Logone, Nord Cameroun, Maroua. (2004) 91-101.*
- [12] - J. GNASSAMO. *La situation environnementale dans la plaine: l'urgence d'un diagnostic scientifique pluriel. Rapport Séminaire Plan Directeur de Recherche pour la plaine du Logone, Nord Cameroun, Maroua. (2002) 201-207.*
- [13] - C. A. DRIJVER et E. KOUAHOU. *Ce qu'un petit barrage peut faire: une initiative locale dans la plaine d'inondation du Logone au Cameroun. Londres, Angleterre. (1995) 208-214.*
- [14] - A. MADI. *La place de la plaine d'inondation de Waza-Logone dans l'économie familiale des habitants, et régionale. Rapport Séminaire Plan Directeur de Recherche pour la plaine du Logone, Nord Cameroun, Maroua. (2002) 175-178.*
- [15] - F. DELCLAUX. *Rapport de la mission effectuée dans la plaine du Logone au Nord Cameroun d'octobre à Décembre 2008. IRD, Paris-France. (2008) 18 p.*
- [16] - F. MAINAM. *Inondation et propriétés des sols de la plaine du Logone. Rapport Séminaire Plan Directeur de Recherche pour la plaine du Logone, Nord Cameroun, Maroua. (2002) 145-148.*
- [17] - P. MAPFUMO. *Farmers' perceptions lead to experimentation and learning. LEISA-Magazine on Low External Input and Sustainable Agriculture. Décembre 2008, Volume 24, Numéro 4. Editions ILEIA. (2008) 30-31.*
- [18] - C. HURLIN. *Econométrie des variables qualitatives. Cours de maîtrise d'économétrie, France Université d'Orléans, (2003) 59p.*
- [19] - D. MCFADDEN. *Conditional Logit analysis of qualitative choice behavior, in P. Zarembemka (ed.) Frontiers in econometrics. New York: Academic Press. (1973).*
- [20] - A. D. FOSTER, et M. R. ROSENZWEIG. *'Microeconomics of technology adoption', Annual Review of Economics, 2 (2010) 395-424.*
- [21] - G. S. MADALLA. *Limited Dependent and Qualitative Variables in Econometrics. New York : Cambridge University Press, (1985).*
- [22] - A. A. ADESINA, D. MBILA, G. B. NKAMLEU, et D. ENDAMANA. *Econometric analysis of the determinants of adoption of alley farming by farmers in the forest zone of southwest Cameroon. Agriculture, Ecosystems & Environment, 80 (2000) 255-265.*
- [23] - H. R. VARIAN. *Analyse microéconomique. De Boeck, 6e éd., Bruxelles, (2006) 824 p.*
- [24] - G. B. NKAMLEU, and A. KIELLAND. *Modeling farmers' decisions on child labor and schooling in the cocoa sector: a multinomial Logit analysis in Côte d'Ivoire. Agricultural Economics 35 (2006) 319-333.*
- [25] - G. B. NKAMLEU et O. COULIBALY. *Les déterminants du choix des méthodes de lutte contre les pestes dans les plantations de cacao et café du sud-Cameroun. Revue Economie Rurale, No 259 Sept-Oct, (2000) 75-85.*
- [26] - G. B. NKAMLEU, and A. A. ADESINA. *Determinant of chemical input use in peri-urban lowland systems : bivariate probit analysis in Cameroon. Agr. Systems 62 (2000) 1-11.*
- [27] - G. C. CHOW, "Econometrics" Mc Graw-Hill. Inc., 3rd Printing 1987, Singapore. (1983).
- [28] - W. H. GREENE. *Econometric Analysis. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall. (1991).*
- [29] - R. P. NEUPANE, K. R. SHARMA, et G. B. THAPA. *Adoption of agroforestry in the hills of Nepal: A logistic regression analysis. Agricultural Systems 72: (2002) 177-196.*
- [30] - Y. KEBEDE, K. GUNJAL, et G. COFFIN. *Adoption of new technologies in ethiopian agriculture: the case of tegulet-bulga district, Shoa Province. Agric. Econ. 4, (1990) 27-43.*