



Déterminants de l'adoption des bonnes pratiques de gestion durable des terres dans un contexte de changement climatique au Nord Bénin : cas de la fumure organique

Kamarou Din ADEBIYI^{1,3*}, Stéphanie MAIGA-YALEU², Kassimou ISSAKA³
Moudachirou AYENA³ et Jacob Afouda YABI³

¹ Département de Formation et Recherche du Centre Régional AGRHYMET, BP 11011 Niamey, Niger.

² Laboratoire de Chimie Moléculaire et des Matériaux (LCMM), Université Ouaga I Pr Joseph KI-ZERBO, BP 7021 Ouagadougou, Burkina Faso.

³ Laboratoire d'Analyse et de Recherches sur les Dynamiques Economiques et Sociales (LARDES), Département d'Economie et de Sociologie Rurales, Faculté d'Agronomie, Université de Parakou, BP 123 Parakou, Benin.

*Auteur correspondant ; E-mail : adebikam@gmail.com, Tél : (+229) 95 86 66 77

RESUME

L'un des problèmes majeurs qui affectent la production agricole dans le Nord du Bénin, est la baisse de la fertilité des sols. En réponse à ce phénomène les agriculteurs s'y adaptent à travers l'adoption des bonnes pratiques de Gestion Durable des Terres (GDT) parmi lesquelles l'utilisation de la fumure organique. Cette étude a pour objectif l'identification des facteurs socio-économiques favorisant l'adoption de la fumure organique dans un contexte de changement climatique. Elle s'est déroulée dans les communes de Bembéréké et de Sinendé situées au Nord du Bénin. Au total, 230 producteurs de maïs ont été échantillonnés et interviewés. Le modèle *Logit* a été utilisé comme principal outil d'analyse. D'une manière générale, les producteurs perçoivent les effets des changements climatiques sur les sols à travers : la baisse de la fertilité, la modification de la couleur des sols, l'accroissement de l'érosion et la destruction de la structure du sol. Les résultats du modèle montrent que les variables telles que l'âge, le nombre de bœufs de trait, le niveau d'instruction formelle, le contact avec un agent de vulgarisation, l'expérience dans la production agricole; la distance entre le champ et la résidence du producteur, sont les facteurs qui influencent de façon significative l'adoption de la fumure organique. Toutefois, l'amélioration du contact des structures d'encadrement avec les agriculteurs afin de renforcer leurs connaissances relatives à l'utilisation de la fumure organique pourrait accroître le taux d'adoption de cette stratégie.

© 2019 International Formulae Group. All rights reserved

Mots clés: Dégradation des sols, adaptation, gestion durable des terres, céréales, Bénin.

Determinants of adoption of good practices of sustainable land management practices in a changing climate in northern Benin: The case of organic manure

ABSTRACT

Declining soil fertility is one of the most important problems affecting agricultural production in the northern part of Benin. In response to this phenomenon, farmers adapt themselves by adopting good sustainable land management (SLM) practices, like the use of organic manure. This study aims at identifying socio-economic factors that affect the adoption of organic manure in the face of declining soil fertility in a changing climate in the municipal areas of Bembereke and Sinende. A total of 230 farmers producing maize were sampled and interviewed. The *Logit* model was used as the main analytical tool. Generally, producers perceive climate change effects on soils through: decreased fertility, changes in color of soil, increased erosion and destruction of soil structure. Model results show that, variables such as age of farmer, number of draft oxen, level of formal education; contact with agricultural extension services, experience in maize production; distance between the producer's field and home, are factors that significantly influence the adoption of organic manure. However, improving contact with agricultural extension services could increase the rate of adoption of this strategy.

© 2019 International Formulae Group. All rights reserved

Keywords: Soils degradation, adaptation, sustainable land management, cereals, Benin.

INTRODUCTION

L'agriculture Ouest-africaine essentiellement pluviale et de subsistance, reste caractérisée par un bas niveau de la fertilité des sols (Saïdou et al., 2009 ; Doamba et al., 2011). Le Bénin à l'instar des autres pays sub-sahariens est également confronté à cette baisse de la fertilité des sols (SCRP, 2007). L'acuité de ce problème varie d'une localité à une autre, et dans le Nord du pays, il constitue l'une des contraintes majeures qui affectent la production agricole (Yabi et al., 2012). Si les causes du phénomène comprennent notamment les pratiques culturelles inappropriées, l'érosion et le surpâturage, il n'en demeure pas moins que les risques climatiques tels que les longues séquences sèches, les fortes chutes de pluie et les vents violents apparaissent comme des contraintes supplémentaires à même d'accentuer les problèmes rencontrés au niveau de la fertilité des sols, surtout dans le contexte d'un climat changeant (PANA-Bénin 2008).

En effet, en examinant l'évolution des facteurs climatiques entre 1960 et 2008 des trois zones climatiques du Bénin, Gnanglè et al. (2011) ont remarqué non seulement une augmentation significative de la température moyenne de plus de 1 °C, mais aussi une diminution perceptible de la pluviosité de 5,5 mm/an en moyenne, et du nombre moyen annuel de jours de pluie. D'autres études réalisées en 2001, ont indiqué que les

précipitations resteront plus ou moins stables (+ 0,2%) dans le sud du pays, mais seront réduites de 13 à 15% dans le nord à l'horizon 2100 (Yegbemey et al., 2014). De ce fait, les cultures installées dans les différentes zones agro écologiques du nord Bénin, subiront plus les effets des variations climatiques (Yegbemey et al., 2014). En outre, les études portant sur les relations entre les conditions climatiques futures et les productions agricoles au Bénin, montrent que ces changements ne feront sans doute qu'accentuer les problèmes rencontrés au niveau de la fertilité des sols avec pour conséquence une baisse du rendement et un risque plus élevé d'insécurité alimentaire (Bokonon-Ganta et al., 2003 ; Paeth et al., 2008 ; Gnanglè et al., 2011). Les changements de climat et de composition de l'atmosphère vont entraîner des déséquilibres se traduisant par la modification de certaines caractéristiques du sol, principalement de la réserve organique, des éléments nutritifs et de l'acidité, des conditions d'oxydo-réduction et des caractéristiques hydriques et physiques (Michel, 1999 cité par Katé et al., 2014). Classé par Agbossou (2010) comme la culture vivrière la plus sensible avec un coefficient d'exposition de 83% aux effets de changement du climat, le maïs sera particulièrement affectée. Ce qui pourrait conduire à une crise alimentaire qui serait désagréable au vu des conditions financières déjà médiocres des populations locales, et

menacerait dans le court, moyen et long terme, la stabilité de la localité entière (Tidjani et Akponikpè, 2012).

La baisse de fertilité des sols requiert donc des solutions susceptibles de répondre systématiquement et de manière intégrée, à ce défi crucial pour l'agriculture. Dans les milieux ruraux, au nombre des stratégies d'adaptation développées par les producteurs pour réduire leur vulnérabilité au changement climatique, figurent les ajustements des modes de gestion de la fertilité des sols (Katé *et al.*, 2016) à travers : les jachères améliorées, la production et l'utilisation de la fumure organique (le fumier, le compost et le parcage), la rotation et l'association de cultures impliquant les plantes améliorantes, la gestion des résidus de récolte (paillage, enfouissement), les mesures antiérosives. Il est donc important d'approfondir les connaissances relatives aux changements climatiques, et leurs impacts sur la qualité des sols. La présente étude s'inscrit donc dans la nécessité pour les producteurs d'améliorer le statut organique de leurs sols par l'utilisation des ressources organiques disponibles à la ferme. Elle a pour objectif l'identification des facteurs socio-économiques favorisant l'adoption de la fumure organique dans un contexte de changement climatique au Nord Bénin, principalement dans les communes de Bembéréké et de Sinendé.

MATERIEL ET METHODES

Milieu d'étude

Les données utilisées dans cette étude ont été collectées dans les communes de Bembéréké et de Sinendé, situés dans le département du Borgou au Nord du Bénin. Ces deux communes se situent entre les parallèles 10° et 11° Nord de latitude et les méridiens 2° et 3° Est de longitude (Figure 1). Le climat est de type soudano-guinéen avec une saison sèche et une saison pluvieuse. Les précipitations enregistrées dans ces localités fluctuent entre 1000 et 1200 mm d'eau par an, et la température entre 24,2 °C en septembre et 29,5 °C en Mars (ACC., 2011)

Au-delà de leur importance dans la production agricole (notamment de maïs), deux principales raisons ont motivé le choix

de ces deux communes pour la présente étude. L'étude diagnostic menée par le Programme de Protection et de Réhabilitation des Sols pour améliorer la sécurité alimentaire de la GIZ (ProSOL) (2015), a révélé que les communes de Bembéréké et de Sinendé sont les deux premières communes du Borgou ayant un niveau élevé de dégradation de leurs sols. Aussi ont-elles été identifiées dans les travaux du Programme d'Action Nationale d'Adaptation au Changement Climatique (PANA) comme des zones où le déficit de la recharge de la nappe atteint un taux de 60% par rapport à 1970, et le déficit de la pluviosité y est supérieur à 20% en conséquence à la variabilité et au changement climatiques (PANA, 2008). Quatre villages ont été choisis dans chaque commune. Il s'agissait des villages de Ina, Pédarou, Gamia, Wanrarou dans la commune de Bembéréké ; et de Sèkèrè, Kossia, Guessou-Bani et Sokka dans la commune de Sinendé.

Echantillonnage et outils de collecte des données

Les exploitations agricoles de maïs représentées par le chef d'exploitation constituent les unités d'observation. Après les entretiens réalisés avec les techniciens des secteurs communaux de développement agricole (SCDA) des deux localités, 230 producteurs (115 producteurs par commune) ont été choisis de manière raisonnée (en tenant compte de l'accès au village, l'âge et l'expérience dans la production de maïs) et enquêtés.

Les données ont été collectées à l'aide d'un questionnaire structuré autour des points suivant : les caractéristiques socio-économiques des producteurs, les perceptions des principaux effets du changement climatique sur la fertilité du sol (sur les dix dernières années) et les stratégies d'adaptation développées par les producteurs. De plus, des entretiens semi-structurés et des focus-groupes composés de producteurs de maïs ont été organisés par village.

Analyse des données

Les statistiques descriptives (moyenne et pourcentage), et l'analyse des discours ont

été utilisées pour présenter les données sous forme de tableaux et de figures. Les déterminants qui influent sur l'utilisation de la fumure organique ont été analysés par la régression logistique binaire. Le logiciel SPSS. 20 a été utilisé à cet effet.

Spécification empirique du modèle de régression utilisé

Plusieurs modèles théoriques ont été élaborés pour étudier l'adoption ou le choix entre les technologies agricoles. Les modèles les plus couramment utilisés sont les modèles probabilité linéaire, *Logit* et *Probit*. Les deux derniers sont les plus rencontrés dans la mise en exergue des relations entre la probabilité d'adoption et les déterminants de celle-ci (CIMMYT, 1993). Ils sont d'ailleurs très proches du point de vue des caractéristiques, et ne présentent pas de différence significative en ce qui concerne la qualité des estimations faites. De ce fait, le choix de l'un ou l'autre se fait par préférence ou convenance. D'où le choix pour cette étude, du modèle *Logit* pour l'identification des variables socio-économiques qui influencent l'utilisation de la fumure organique face à la baisse de la fertilité des sols suite aux changements climatiques au Nord du Bénin. En effet, deux propriétés font l'intérêt de la fonction de répartition logistique dans la modélisation des choix discrets. Il s'agit notamment de son intervalle qui se réduit à [0, 1], et de la possibilité d'être linéarisée par une transformation logarithmique (Maddala, 1983, cité par Adésina et al., 2000 ; Varian, 2006 ; Salé et al., 2014). Dans ce modèle, on définit une variable y^* comme suit:

$$y_i^* = \alpha + x_i \beta + \varepsilon_i \quad (1) \text{ où}$$

y_i^* représente l'intérêt retiré par le producteur de son engagement dans le choix d'utiliser la fumure organique ; 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 le producteur utilise la fumure organique face à la baisse de la fertilité des sols et,
- ~ $y = 0$, si le producteur n'utilise pas la fumure organique face à la baisse de la fertilité des sols.

Selon Hurlin (2003), la régression du modèle *Logit* caractérisant le choix par un échantillon d'exploitants est spécifié comme suit :

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

où l'indice « i » indique la ième observation dans l'échantillon, P_i est la probabilité qu'un individu fasse un choix donné, y_i est la base du logarithme népérien, x_i est un vecteur des variables exogènes, α est une constante et β sont des coefficients associés à chaque variable explicative x_i à estimer. Le signe des coefficients indique le sens de l'effet des variables socio-économiques sur l'utilisation de la fumure organique comme mesure d'adaptation au changement climatique. L'estimation des coefficients α et β dans la régression a été faite par la méthode du maximum de vraisemblance (Salé et al., 2014).

Définition des variables du modèle

Les différentes variables utilisées dans le modèle, sont présentés dans le Tableau 1. L'utilisation de la fumure organique face à la baisse de la fertilité des sols suite aux changements climatiques (ADOPTFO), est la variable dépendante de ce modèle. Elle est influencée par les variables suivantes :

L'âge du producteur (AGE) : les producteurs âgés plus expérimentés peuvent adopter plus facilement une stratégie d'adaptation que les moins âgés.

Le niveau d'instruction formelle (INSTRUC) : l'instruction facilite une meilleure compréhension et une ouverture d'esprit ; ce qui accroît l'habileté du producteur à rechercher les connaissances sur les pratiques nouvelles et à en évaluer la pertinence. Les producteurs éduqués ont de meilleures aptitudes à appliquer et à diffuser les instructions des services de vulgarisation (Kébedé et al., 1990 cité par Folefack et al., 2012).

L'expérience dans la production agricole (EXP): plusieurs études empiriques ont inclu cette variable dans les modèles d'adoption. Le nombre d'années d'expérience du producteur peut influencer positivement ou négativement l'adoption (Zegeye et al., 2001). Avec l'expérience, les producteurs peuvent devenir plus réticents ou plus ouverts à une technique. Nous espérons une relation positive entre cette variable et l'utilisation de la fumure organique.

Le contact des producteurs avec les agents d'encadrement agricole (EXTENS) : il donne accès aux informations relatives au climat, aux pratiques de gestion durable des terres qui facilitent l'adaptation au changement climatique.

La taille du ménage (EFMNAG): un ménage plus nombreux doit développer des stratégies adaptives précises pour les besoins alimentaires et monétaires du ménage. La taille du ménage favorisera une augmentation de la production et donc des recettes (Folefack et al., 2012).

L'appartenance à une organisation de producteurs (APORG) : les partenaires du développement par le biais des organisations non gouvernementales (ONG), des projets et programmes de développement agricole,

organisent des formations à l'intention des associations de producteurs. A travers ces structures, les producteurs sont sensibilisés sur la gestion durable des terres, les changements climatiques, leurs conséquences, de même que les stratégies d'adaptation. L'appartenance à une organisation facilite donc l'accès à l'information et à de nouvelles pratiques ou techniques (Yegbemey et al., 2014).

Le nombre total de bœufs de trait (NBOVT): les déjections de ces animaux représentent la principale matière organique. Leur présence est donc nécessaire pour la production du fumier. On s'attend donc à ce que les producteurs ayant des bœufs de trait utilisent la fumure organique.

La superficie de maïs emblavée (SUPMAIS) : En général, les producteurs qui affectent de grandes superficies à une culture particulière, s'orientent vers le marché. Les gros producteurs qui visent le marché adoptent la fumure organique sur une partie de leurs exploitations.

La distance entre la résidence et le champ de maïs (DISTCHAMP): les producteurs ayant leur habitation non loin des champs auraient plus de facilité à utiliser la fumure organique à cause de la réduction des coûts de transport.

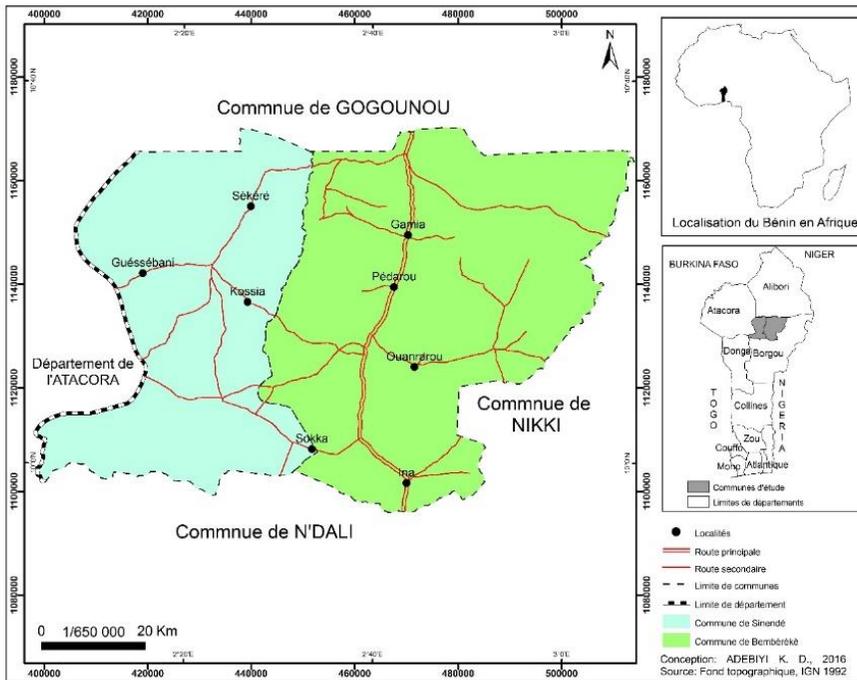


Figure 1 : Zone d'étude.

Tableau 1 : Variables utilisées dans le modèle.

| Variables | Codes | Codage | Unités | Signes attendus |
|--|-----------|----------------|---------------------|-----------------|
| Variables qualitatives | | | | |
| Adoption de la fumure organique | ADOPTFO | 1=Oui 0=Non | | |
| Niveau d'instruction formelle | INSTRUC | 1=Oui 0=Non | | + |
| Appartenance à une organisation de producteurs | APORG | 1=Oui 0=Non | | + |
| Contact des producteurs avec les agents d'encadrement agricole | EXTENS | 1=Oui 0=Non | | + |
| Variables quantitatives | | | | |
| Age du producteur | AGE | | Année | + |
| Taille du ménage | EFMNAG | | Nombre de personnes | + |
| Expérience dans la production de maïs | EXP | | Année | ± |
| Superficie de maïs emblavée | SUPMAIS | | Hectare | ± |
| Nombre de bœufs de trait | NBOVT | | Nombre de bœufs | + |
| Distance entre la résidence et le champ de maïs | DISTCHAMP | | Kilomètre | - |

RESULTATS

Caractéristiques démographiques et socio-économiques des producteurs enquêtés

Les caractéristiques démographiques et socio-économiques des producteurs interrogés sont résumées dans le Tableau 2. 85,7% des personnes interrogées sont des hommes. Quant à leur âge, il varie entre 27 et 57 ans, avec une moyenne de 42 ans. Les Baribas constituent le groupe ethnique dominant (70,4%) des deux communes ; on y rencontre aussi des Gandos (13%), des Dendis (7%), des Peulhs (1,7%) des Nagots, des Fons, etc. Le taux de scolarisation est faible avec 54,3% ayant reçu une éducation formelle, correspondant pour la plupart au niveau primaire. L'agriculture est la principale source de revenus de 84,8% des personnes interrogées. En plus de l'agriculture, 60,4%

des producteurs interrogés possèdent une activité secondaire. 82,6% des personnes interrogées appartiennent à une organisation villageoise, notamment celles des producteurs de coton. Le contact avec les agents des structures d'encadrement est signalé par 73% des personnes interrogées. Par ailleurs, la superficie moyenne des emblavures de maïs pour la saison concernée par l'étude, est de 7,67 ($\pm 6,175$) hectares. La taille du ménage et l'expérience moyenne dans l'agriculture sont respectivement de 11 (± 8) personnes et 12 (± 7) ans.

Perception des effets du changement climatique sur les sols

Presque tous les producteurs interviewés dans la zone d'étude (99,1%) ont perçu des changements des facteurs

climatiques de 2006 à 2016. Ces changements climatiques perçus se manifestent principalement par les variations des précipitations, le décalage des saisons avec une tendance à la réduction de durée de la saison pluvieuse, la sécheresse, les vagues de chaleur, et les vents violents. Cependant, seulement 54,3% parmi eux perçoivent divers effets des changements climatiques sur les sols (Figure 2). Ceux-ci perçoivent tous, la baisse de la fertilité du sol se manifestant par une baisse des rendements. Viennent ensuite : la modification de la couleur des sols (36,7% des producteurs enquêtés), l'accroissement de l'érosion hydrique (28,7%), la destruction de la structure du sol (6,1%).

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

84% des producteurs interrogés ayant perçu les impacts des changements climatiques sur le sol, ont développé plusieurs stratégies d'adaptation. Il s'agit de l'association et la rotation des cultures impliquant les légumineuses (27,4% des personnes interrogées), l'utilisation de la fumure minérale (26,5% des personnes interrogées), l'utilisation de la fumure organique (20% des personnes interrogées), et l'enfouissement des résidus de récolte (17,4%) (Figure 3). D'autres stratégies telles que l'agroforesterie, le travail superficiel du sol, la plantation des arbres et l'abandon de la parcelle, sont mentionnées par 26,5% des personnes interrogées.

En dehors des légumineuses à graines comestibles (soja, arachide, et niébé) couramment associées à la culture de maïs, d'autres plantes améliorantes comme le *Mucuna pruriens*, et le *Cajanus cajan* sont utilisées pour relever le niveau de fertilité des sols. Les engrais minéraux (NPK et urée) sont d'avantage utilisés à des doses supérieures à celle recommandée par l'encadrement technique pour la culture du maïs. La fumure organique est apportée aux sols pauvres à

travers deux techniques à savoir : le parçage et la production de fumier. Dans les communes de Bembéréké et de Sinendé les agro-éleveurs produisent leur fumier ou conduisent leurs bœufs dans leurs propres champs après les récoltes. D'autres quant à eux s'entendent avec les peulhs qui transhument à partir du mois de Janvier pour le parçage. Les superficies bénéficiant de l'apport de la fumure organique sont encore très faibles. Elles varient entre 0,25 hectare et 5 hectares.

Déterminants de l'adoption de la fumure organique

Les résultats d'estimation du modèle *Logit* sont consignés dans le Tableau 3. De l'analyse de ce tableau, il ressort que le modèle estimé est globalement significatif au seuil de 1% pour les 8 villages pris ensemble. On constate que les variables socio-économiques telles que l'âge et le nombre de bœufs de trait, ont une influence significative sur la probabilité d'utilisation de la fumure organique face à la baisse de la fertilité due aux changements climatiques au seuil de 1%. Le niveau d'instruction formelle ; le contact avec un agent d'encadrement agricole ; l'expérience dans la production agricole ; la distance entre le champ et la maison du producteur, ont une influence significative au seuil de 5%. Toutes ces variables précédemment citées, influencent positivement la probabilité d'utilisation de la fumure organique à l'exception de la variable distance entre le champ et la maison du producteur (DISTCHAMP), qui influence négativement cette probabilité.

Certaines variables bien qu'ayant été citées comme influençant positivement ou négativement le choix des producteurs, n'ont aucun effet statistiquement significatif dans le modèle. Il s'agit notamment de la superficie de maïs emblavée (SUPMAIS), la taille du ménage (EFMNAG), et l'appartenance à une organisation de producteurs (APORG).

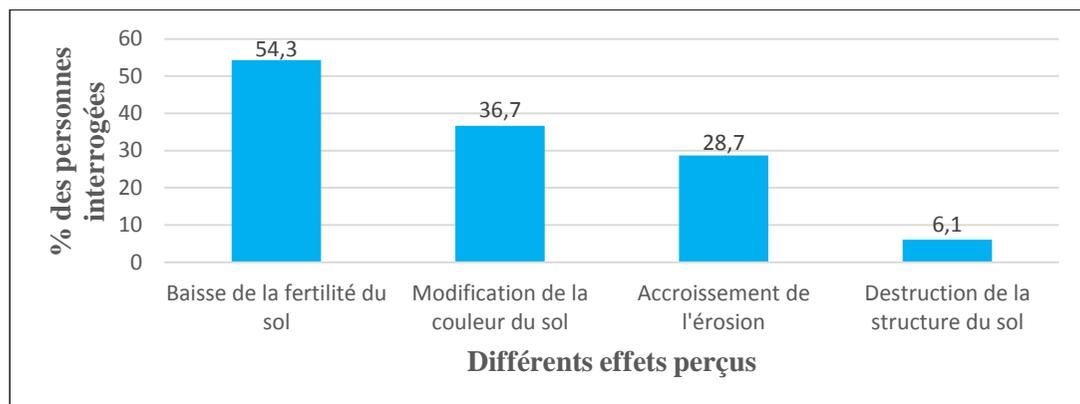


Figure 2 : Perceptions paysannes des effets directs et indirects des changements climatiques sur le sol de 2006 à 2016.

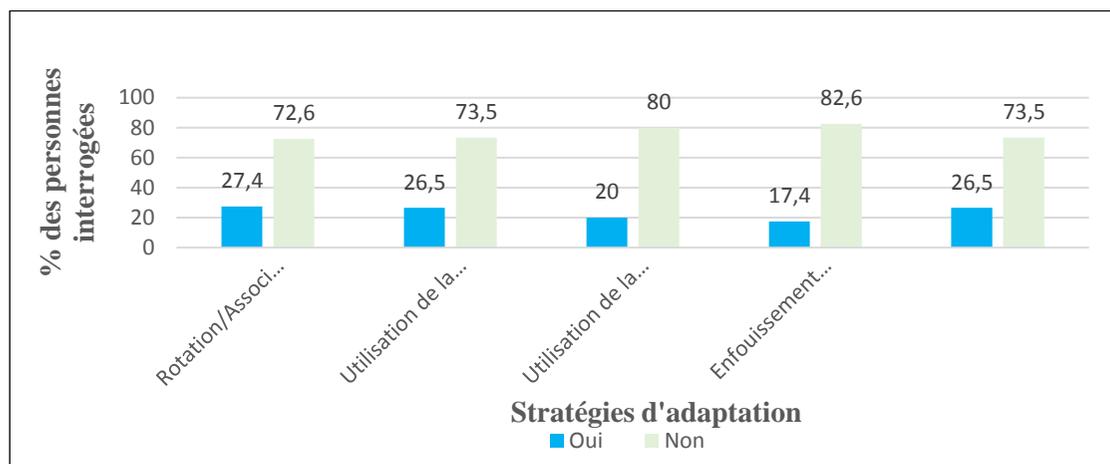


Figure 3: Stratégies d'adaptation face à la baisse de la fertilité des sols.

Tableau 2: Caractéristiques démographiques et socio- économiques des producteurs enquêtés.

| Variabiles | Effectifs | Fréquences (%) |
|---------------------|-----------|----------------|
| Sexe | - | - |
| Masculin | 197 | 85,7 |
| Féminin | 33 | 14,3 |
| Ethnie (Bariba) | 162 | 70,4 |
| Instruction | 125 | 54,3 |
| Activité secondaire | 139 | 60,4 |

| | | |
|---------------------------------------|-----------------|---------------------|
| Appartenance à une organisation | 190 | 82,6 |
| Contact avec structures d'encadrement | 168 | 73 |
| Variabiles quantitatives | Moyennes | Ecarts Types |
| Age | 42,29 | 6,618 |
| Superficie maïs | 7,67 | 6,175 |
| Taille du ménage | 11,24 | 8,584 |
| Expérience dans l'agriculture | 12,71 | 7,486 |

Tableau 3 : Résultats d'estimation du modèle des déterminants.

| Variabiles | Estimation | Ecart type | Wald | Significativité |
|-----------------------|------------|------------|--------|-----------------|
| Constante | -1,723 | 1,687 | 1,044 | 0,307 |
| AGE | 0,043 | 0,043 | 10,38 | 0,008*** |
| INSTRUC | 0,4 | 0,413 | 5,37 | 0,033** |
| EFMNAG | -0,051 | 0,029 | 3,129 | 0,077 |
| EXTENS | 0,473 | 0,601 | 7,19 | 0,01** |
| EXP | 0,024 | 0,038 | 6,01 | 0,026** |
| SUPMAIS | 0,034 | 0,029 | 1,363 | 0,243 |
| DISTCHAM | -0,03 | 0,057 | 8,272 | 0,02** |
| NBOVT | 0,02 | 0,106 | 11,037 | 0,007*** |
| APORG | -0,357 | 0,651 | 0,302 | 0,583 |
| Nombre d'observations | | | | 230 |
| Log-vraisemblance | | | | -161,317 |
| Pseudo R2 | | | | 0,704 |
| Khi 2 | | | | 20,067 |
| Prob | | | | 0,000 |

Les variables marquées *** sont significatifs à 1% ; et ** Significatifs à 5%.

DISCUSSION

Le changement climatique impacte les terres agricoles qui représentent le principal moyen de subsistance de la population rurale. Les perceptions des effets directs et indirects des changements climatiques sur les sols obtenues dans la zone d'étude, ont confirmé ceux de Katé et al. (2014) qui ont observé à Banikoara dans le nord du Bénin, que les populations locales percevaient la baisse de la fertilité et la destruction de la structure du sol comme manifestation du changement climatique. Les résultats obtenus ont par ailleurs corroboré ceux de Sanogo (2012) ; Folefack et al. (2012) ; Salé et al. (2014) qui

révèlent que le principal effet des changements climatiques sur les sols relevé par les paysans dans chacune de leurs régions respectives, est la baisse de la fertilité des sols.

Différentes stratégies ont été donc développées pour faire face aux risques climatiques. Celles identifiées par cette étude ont déjà été mentionnées par d'autres auteurs au Bénin (Katé et al., 2014 ; Odjougbèlè, 2016) et en Afrique (Folefack et al., 2012 ; Salé et al., 2014).

L'utilisation de la fumure organique dans les champs de maïs comme stratégie d'adaptation à la baisse de la fertilité des sols

induite par les changements climatiques, est d'une importance capitale pour la durabilité de la production agricole. Elle consiste en un apport de fertilisants organiques en l'occurrence le fumier. Certains paysans parquent les bovins dans leurs champs pour profiter des déjections et de l'urine. Dans ce mode de fertilisation, les éléments nutritifs nécessaires à la bonne croissance du maïs sont importants et accessibles entraînant ainsi l'obtention d'un bon rendement (Djenontin *et al.*, 2003 ; Amadji *et al.*, 2009 ; Adjogboto, 2013).

Les résultats ont cependant montré que le taux d'adoption de cette stratégie reste très faible (20%). Le grand nombre d'animaux qu'exige la production du fumier, et les risques élevés de dégâts causés dans les champs de manioc et d'igname par les animaux parqués expliquent la faible proportion des adoptants. Ce résultat est en parfaite concordance avec ceux obtenus par Baco *et al.* (2003). Plusieurs auteurs dont Cissé (2013) et Kohio *et al.* (2017) ont mentionné aussi les contraintes matérielles (le transport par exemple) comme une limite dans la production et l'utilisation du fumier. C'est ce qui fait que cette stratégie est celle des producteurs qui disposent de bœufs, et surtout réservée aux champs de case. Ces résultats ont été aussi confirmés par la présente étude. Ce taux d'adoption de 20% enregistré dans le milieu d'étude, est nettement inférieur à ceux obtenus par Folefack *et al.* (2012), et Salé *et al.* (2014) (40,56% et 38,7% respectivement).

Par ailleurs, différents facteurs influençant la probabilité d'adoption de la fumure organique, ont été mieux cernés. Le niveau d'instruction (INSTRUC) est un facteur affectant positivement l'adoption de la stratégie. Dans la zone d'étude, ce sont les producteurs les mieux instruits qui utilisent la fumure organique. Ce résultat a confirmé ceux de Azontondé (2004), Yabi *et al.* (2016) ; mais a contredit ceux de Folefack *et al.* (2012) et de Salé *et al.* (2014). Ces deux auteurs dans une étude similaire conduite respectivement en zone sahélienne du Cameroun et en zone semi-aride du Kenya, ont mentionné une

corrélation négative entre les deux variables. Un fait qu'ils expliquent par le statut socio professionnel des producteurs instruits, qui ne leur permet pas de consacrer assez de temps à une technique contraignante.

Introduits dans le modèle, la taille du ménage (EFMNAG) et l'appartenance à une organisation de producteurs (APORG) ne sont pas significativement corrélées avec l'adoption de la fumure organique. En effet, les ménages plus nombreux devraient développer des stratégies adaptatives précises pour couvrir les besoins alimentaires et monétaires. Mais dans la zone d'étude, les chefs d'exploitation ayant à charge plusieurs personnes ont d'autres sources de revenus (élevage, commerce) leur permettant de s'acheter assez d'engrais minéraux pour fumer leur champ. Du coup ils ne jugent plus important d'utiliser la fumure organique.

L'appartenance à une organisation de producteurs (APORG), n'a pas un impact significatif sur l'utilisation de la fumure organique. Néanmoins, on observe que plus le producteur est membre d'une organisation paysanne, moins il a tendance à utiliser la fumure organique. Ce qui ne devrait pas être le cas. En réalité au Bénin, la filière agricole la mieux organisée est celle du coton. Sa production dans le Nord du pays est très importante. Les membres des coopératives villageoises de producteurs de coton (CVPC) ont une facilité d'accès aux engrais minéraux. Donc tout membre d'une CVPC a plus de chances d'avoir de l'engrais pour son champ de maïs et moins il utilisera la fumure organique. C'est ce qui justifie le signe négatif de son coefficient. Ce résultat corrobore les conclusions de Yabi *et al.* (2016) qui ont trouvé que l'appartenance à un groupement favorise la pratique de la fumure minérale.

Conclusion

Les effets des changements climatiques sur la qualité des sols sont perçus de diverses manières par les producteurs de maïs au Nord du Bénin; et ils développent plusieurs stratégies pour s'adapter. Cependant le problème de fertilité des sols et surtout

d'adaptation dans ce contexte, demeure parce qu'on note une faible adoption de ces stratégies.

Six variables socio-économiques ont une influence significative sur la probabilité d'adoption de la fumure organique face à la baisse de la fertilité due aux changements climatiques. Ces variables sont : l'âge du producteur, le niveau d'instruction formelle; le contact avec un agent de vulgarisation; l'expérience dans la production de maïs; le nombre de bœufs de trait, et la distance entre le champ du producteur et sa maison.

Afin d'améliorer efficacement la résilience des producteurs de maïs aux changements climatiques à travers l'adoption des mesures de gestion durable des terres comme la meilleure utilisation de la fumure organique, les six variables socio-économiques ayant une influence significative, doivent être pris en compte dans les actions de sensibilisation et de vulgarisation. Nous suggérons donc qu'il faut :

- améliorer le contact des structures d'encadrement avec les agriculteurs afin de renforcer leurs connaissances relatives aux techniques de gestion durable des terres agricoles ;
- sensibiliser les producteurs sur l'importance de l'utilisation de la fumure organique pour l'amélioration du statut organique des sols.

CONFLITS D'INTERETS

Les auteurs de cet article ne signalent aucun conflit d'intérêts

CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

KDA a collecté, analysé les données, et rédigé l'article. MA a contribué à l'analyse des données et à la rédaction de l'article. SMY, IK et JAY ont supervisé la collecte, l'analyse des données et ont corrigé l'article. Tous les auteurs déclarent avoir lu et approuvé la version finale du manuscrit.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient le Centre Régional AGRHYMET qui a financé cette étude.

REFERENCES

- Adjogboto A, 2013. Productivité de l'eau de différentes pratiques paysannes de gestion intégrée des nutriments sous culture de maïs au Nord Bénin. Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du Diplôme d'étude approfondie (DEA) en Aménagement et Gestion Durable des Ressources Naturelles, Université de Parakou, Parakou, Bénin, p. 87.
- Agbossou EK. 2010. Correspondance entre savoirs locaux et scientifiques : Perceptions des changements climatiques et adaptations au Bénin. ISDA, Montpellier, 1-12.
- Amadji GL, Saïdou A, Chitou L. 2009. Recycling of residues in compost to improve coastal sandy soil properties and cabbage shoot yield in Bénin. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 3(2): 192-202. DOI : <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v3i2.44497>
- Azontondé RPE. 2004. Impact économique de l'adoption des pratiques de la gestion intégrée de la fertilité des sols (GIFS) au Sud-Bénin: cas d'Ahohoué (Commune de Klouékanmè) et de Banigbé (Commune d'Ifangni). Thèse pour l'obtention du Diplôme d'Ingénieur Agronome, Université d'Abomey-Calavi, Abomey-Calavi, Bénin, p 126.
- Baco NM, Djenontin JA, Amidou A. 2003. Gestion de la fertilité des sols dans le nord du Bénin et incidences économiques pour les exploitations agricoles. Cirad - Prasac, p.7.
- Bokonon-Ganta BE, Ogouwalé E, Fakorédé N. 2003. Vulnérabilité de l'agriculture aux changements climatiques dans la région (centre du Bénin) : Quelles stratégies d'adaptation. Actes de l'atelier scientifique 1, Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB), pp 188-204.

- Cissé D. 2013. Effet du mode de gestion des résidus de récolte sur le sol et les rendements du coton, du maïs et du sorgho au Burkina Faso. Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme de Master en Gestion Durable des Terres, Centre Régional AGRHYMET, Niamey, Niger, p 62.
- Djenontin JA, Amidou M, Wennink B. 2003. Valorisation des résidus de récolte dans l'exploitation agricole au nord du Bénin : production de fumier dans le parc de stabulation des bœufs. Actes du colloque du 27-31 Mai 2002, Garoua, Cameroun, p 8.
- Doamba SMF, Nacro HB, Sanon A, Sedego M. 2011. Effet des cordons pierreux sur l'activité biologique d'un sol ferrugineux tropical lessivé (Province du Kouritenga au Burkina Faso). *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **5**(1): 304-313. DOI : <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v5i1.68106>
- Folefack DP, Salé A, Wakponou A. 2012. Facteurs affectant l'utilisation de la fumure organique dans les exploitations agricoles en zone sahélienne du Cameroun. *Afrique Science: Revue Internationale des Sciences et Technologie*, **8**(2): 22-33.
- GIZ. 2014. Initiative spéciale "Un monde sans faim": Protection et réhabilitation des sols pour améliorer la sécurité alimentaire (ProSol). Parakou, Bénin, p113.
- Gnanglè CP, Glèlè Kakai R, Assogbadjo AE, Vodounnon S, Yabi JA, Sokpon N. 2011. Tendances climatiques passées, modélisation, perceptions et adaptations locales au Bénin. *Climatologie*, **8** : 27-40. DOI : 10.4267/climatologie.259
- Katé S, Dagbénonbakin GD, Agbangba CE, de Souza JF, Kpagbin G, Azontondé A, Ogouwolé E, Tinté S, Sinsin B. 2014. Perceptions locales de la manifestation des changements climatiques et mesures d'adaptation dans la gestion de la fertilité des sols dans la Commune de Banikoara au Nord-Bénin. *Journal of Applied Biosciences*, (82): 7418-7435. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/jab.v82i1.11>.
- Katé S, Azontondé AH, Dagbenonbakin GD, Sinsin B. 2016. Effets des changements climatiques et des modes de gestion sur la fertilité des sols dans la commune de Banikoara au nord-ouest du Bénin. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **10**(1): 120-133. DOI : <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v10i1.9>
- Kohio EN, Touré AG, SEDOGO MP, Ambouta KJ-M. 2017. Contraintes à l'adoption des bonnes pratiques de Gestion Durable des Terres dans les zones soudaniennes et soudano-sahéliennes du Burkina Faso. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **11**(6): 2982-2989. DOI : <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v11i6.34>
- Odjoubèlè OB. 2016. Analyse des stratégies d'adaptation des petites exploitations agricoles aux changements climatiques dans le Nord Bénin : cas des communes de Bembéréké et de Sinendé. Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme de Master en Changement Climatique et Développement Durable, Centre Régional AGRHYMET, Niamey, Niger, p 55.
- Paeth H, Capo-Chichi A, Endlicher W. 2008. Climate change and food security in tropical West Africa a dynamic-statistical modeling approach. *Erdkunde*, **62**(2) : 101-115. DOI : 10.3112/erdkunde.2008.02.01
- PANA. 2008. Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques. Programme d'Action National d'Adaptation aux changements climatiques du Bénin (PANA-Bénin), MEPN, Cotonou, Bénin, p 81.
- Saïdou A, Kossou D, Azontondé A, Hougni DGJM. 2009. Effet de la nature de la jachère sur la colonisation de la culture Subséquente par les champignons endomycorhiziens: cas du système 'jachère' manioc sur sols ferrugineux tropicaux du Bénin. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **3**(3): 587-597. DOI:

- <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v3i3.45330>
- Salé A, Folefack DP, Obwoyere GO, Lenah Wati N, Lenzemo WV, Wakponou A. 2014. Changements climatiques et déterminants d'adoption de la fumure organique dans la région semi-aride de Kibwezi au Kenya. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **8**(2): 680-694. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v8i2.24>.
- Sanogo MK. 2012. Capitalisation des bonnes pratiques de gestion durable des terres pour l'adaptation à la variabilité et au changement climatique au Mali : analyse d'impacts agronomiques environnementaux et socio-économiques. Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme de Master en Gestion Durable des Terres, Centre Régional AGRHYMET Niamey, Niger, p 55.
- Sultan B. 2011. 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, p 137.
- Tidjani MA, Akponikpè PBI. 2012. Evaluation des stratégies paysannes d'adaptation aux changements climatiques : Cas de la production du maïs au Nord-Bénin. *Afr. Crop Sci J*, **20**(2) : 425- 441.
- Yabi AJ, Paraïso A, Ayena RL, Yegbemey R. 2012. Rentabilité économique de production agricole sous pratiques culturales de gestion de la fertilité des sols dans la commune de Ouaké au nord-ouest du Bénin. *Asab*, **16**(2) : 229-242, 2012.
- Yabi JA, Bachabi FX, Labiyi IA, Odé CA, Ayena RL. 2018. Déterminants socio-économiques de l'adoption des pratiques culturales de gestion de la fertilité des sols utilisés dans la commune de Ouaké au Nord- Ouest du Bénin. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **10**(2): 779-792. DOI : <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v10i2.27>
- Yegbemey RN, Yabi JA, Aihounton GB, Paraïso A. 2014. Modélisation simultanée de la perception et de l'adaptation au changement climatique : cas des producteurs de maïs du Nord Bénin (Afrique de l'Ouest). *Cah Agric*, **23** : 177-87. DOI : 10.1684/agr.2014.0697.
- Zegeye T, Tadesse B, Tesfaye S. 2001. Determinants of adoption of improved maize technologies in major maize growing regions of Ethiopia. Second National Maize Workshop of Ethiopia, Ethiopia, 12-16.