



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

Katé Sabäi¹, Dagbenonbakin Gustave D¹, Agbangba Codjo Emile^{2*}, de Souza Jean Fabrice¹, Kpagbin Gustave¹, Azontondé Anastase¹, Oguwalé Euloge³, Tinté Brice³ et Sinsin Brice⁴

¹ Institut National des Recherches Agricoles du Bénin, Bénin

² Université Cheikh Anta Diop Sénégal, Département de Biologie Végétale, B.P. 5005 Dakar, Sénégal*.

³ Département de Géographie, Université d'Abomey Calavi, Calavi, Bénin

⁴ Laboratoire d'Écologie Appliquée, Faculté des Sciences Agronomiques de l'Université d'Abomey-Calavi, 03 BP1974 Cotonou, Benin

Corresponding author: agbaemile@yahoo.fr

Original submitted in on 30th August 2014. Published online at www.m.elewa.org on 31st October 2014.
<http://dx.doi.org/10.4314/jab.v82i1.11>

RÉSUMÉ

Objectifs: L'étude a pour objectif d'analyser les déterminants biophysiques des changements climatiques et les mesures d'adaptations développées par les producteurs notamment dans la gestion de la fertilité des sols au Nord-Bénin.

Méthodologie et Résultats: Les données ont été collectées auprès de focus groupes d'effectif variant de 6 à 12 personnes réalisés dans chacun des dix arrondissements de la Commune de Banikoara. Une enquête auprès de 986 producteurs a été réalisée sur les perceptions, les mesures d'adaptation et les déterminants socio-économiques des changements climatiques. Les données sont analysées avec le test d'indépendance de χ^2 , l'analyse factorielle des correspondances suivie ou non de la classification ascendante hiérarchique. Ensuite une régression logistique polychotomique ordinaire a été utilisée en vue de modéliser la relation entre les déterminants socio-économiques des producteurs enquêtés et le niveau de fertilité de leur sol. Les résultats ont permis d'identifier 24 perceptions liées aux changements climatiques et 63 stratégies d'adaptation. Les stratégies d'adaptation dépendaient des niveaux de prospérité mais n'avaient pas de relation avec l'appartenance aux classes d'âges. Les déterminants socio-économiques les plus liés à la fertilité des sols sont la location de parcelles, le nombre de charrues et le nombre de charrettes.

Conclusion et Application des Résultats: L'amélioration du niveau de prospérité des producteurs est un élément clé de leur adaptation aux changements climatiques. La possession de charrues, de charrettes et la disponibilité des terres sont les déterminants socio-économiques qui expliquent au mieux l'adaptation des producteurs aux changements climatiques dans la gestion de la fertilité des sols.

Local perceptions of manifestation of climate change and adaptation measures in the management of soil fertility in the Municipality of Banikoara in North Benin

Objectives: The study aims to analyze the biophysical determinants of climate change and adaptation measures developed by such producers in the management of soil fertility in northern Benin.

Methodology and Results: Data were collected from focus groups of staff ranging from 6 to 12 people made in each of the ten districts of the Municipality of Banikoara. A survey of 986 farmers was conducted on perceptions, adaptation and socio-economic determinants of climate change. The data were analyzed with the chi-square test of independence, the correspondence analysis or not followed by the hierarchical clustering. Then polychotomous ordinal logistic regression was used to model the relationship between socio-economic determinants of producers surveyed and the fertility of their soil. The results identified 24 perceptions related to climate change and adaptation strategies 63. Adaptation strategies depended on the levels of prosperity but had no relationship with the membership age groups. Socio-economic determinants related to most soil fertility include the rental plots, the number of plows and the number of carts.

Conclusion and Application of Results: Improving the level of prosperity of the producers is a key element of their adaptation to climate change. Possession of plows, carts and land availability are the socio-economic determinants that explain the adaptation of the best producers to climate change in the management of soil fertility

INTRODUCTION

Les changements climatiques et leurs impacts constituent de nos jours l'un des sujets les plus préoccupants pour la communauté scientifique internationale. Le continent africain est soumis à un climat fortement variable et imprévisible, ce qui fragilise les systèmes agricoles qui ne répondent plus aux pressions actuelles du climat (Yegbemey et al., 2014a). Ce continent est particulièrement vulnérable face aux changements climatiques en raison de la forte dépendance des économies vis-à-vis de l'agriculture et des capacités d'adaptation limitées des populations (Kurukulasuriya et al., 2006). Le Bénin, pays en développement de l'Afrique de l'Ouest, n'est pas à l'abri des menaces liées aux changements climatiques. L'agriculture, base de l'économie béninoise, avec une contribution de 40% au produit intérieur brut (PIB) et plus de 80% des recettes d'exportation (Doligez, 2001), souffre déjà des incidences négatives du changement climatique (PANA-BENIN, 2008; Yegbemey et al., 2014a). Les changements climatiques ont une forte incidence sur l'agriculture, surtout en Afrique et particulièrement dans certaines régions de l'Afrique subsaharienne qui subissent régulièrement des crises alimentaires du fait de la grande fragilité des

écosystèmes (Issa, 1995; Ogouwalé, 2006; Hounkponou et al., 2008). En examinant l'évolution des facteurs climatiques entre 1960 et 2008 des trois zones climatiques du Bénin, Gnanglè et al. (2011) ont décelé une augmentation significative de la température moyenne de plus de 1°C, une diminution perceptible de la pluviométrie de - 5,5 mm/an en moyenne et du nombre moyen annuel de jours de pluie. Guibert et al. (2010) ont montré que l'analyse conventionnelle des séries de pluviométrie, de température et de vitesse du vent confirme l'augmentation des températures maximales et minimales dans le Nord-Bénin. Au Bénin, la plupart des écosystèmes des différentes régions agro-écologiques notamment ceux de la partie septentrionale sont marqués aujourd'hui par une dégradation du fait de la forte variabilité climatique associée à une plus grande fréquence des phénomènes extrêmes tels que la sécheresse, l'augmentation des températures, les sols très secs et moins fertiles au cours des trois dernières décennies (Boko, 1998 ; Afouda, 1990; Issa, 1995 ; Ogouwalé, 2004 et 2006). Les effets de ces changements climatiques affectent directement la production agricole et l'élevage. D'ici à l'horizon 2025, les changements climatiques vont entraîner

Sabai et al. J. Appl. Biosci. 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

également à l'échelle nationale une baisse considérable des rendements des principales cultures notamment le coton (- 29%), le riz (- 12%), le maïs (- 9%), le niébé (- 5%), l'igname (- 4%) (Bokonon-Ganta et al., 2003). Le changement climatique occasionne des événements météorologiques plus extrêmes comme des inondations, des sécheresses et du temps plus imprévisible. La fertilité des sols est en baisse dans de nombreuses régions de l'Afrique subsaharienne. Ces changements ne feront vraisemblablement qu'accentuer les problèmes rencontrés au niveau de la fertilité des sols. Les changements de climat et de composition de l'atmosphère vont entraîner des déséquilibres avec des changements 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 (Robert, 1999). Face au problème de baisse de la fertilité des sols, les

exploitations agricoles adoptent différentes stratégies de lutte contre les effets néfastes des changements climatiques. Il importe de connaître les pratiques locales de gestion de la fertilité des sols pour atténuer les effets des changements climatiques. Cette étude répondra aux questions de recherche suivantes: Quelles sont les déterminantes biophysiques du changement climatique? Ces perceptions et les mesures d'adaptation varient-elles selon les déterminants socio-économiques du producteur? Quels sont les déterminants socio-économiques qui expliquent les mesures d'adaptation du producteur aux changements climatiques dans la gestion de fertilité de son sol? La réponse à ces différentes questions de recherche permettra de cerner les pratiques de gestion de la fertilité des sols et les facteurs socio-économiques qu'il faut améliorer pour mieux s'adapter aux changements climatiques.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Milieu d'étude: La présente étude est réalisée dans le Nord-Bénin plus précisément dans la Commune de Banikoara, une zone de type soudano sahélienne qui couvre une superficie de 4397,2 km² dont environ 49% de terres cultivables et 50% d'aires protégées (Parc National du W et la zone cynégétique de l'Atacora). Cette Commune est située au Nord-Ouest du département de l'Alibori, entre 2°05' et 2°46' de longitude est et entre 11°02' et 11°34' de latitude nord. Elle est limitée au nord par la commune de Karimama, au sud par les communes de Kérou et de Gogounou, à l'est par la commune de Kandi et à l'ouest par le Burkina-Faso (Figure 1). Cette zone est caractérisée par une pluviométrie annuelle dont la moyenne est de 850 mm avec deux saisons bien tranchées. La température moyenne annuelle est de 27°5 C et l'humidité relative de 50% en moyenne par an. L'insolation moyenne annuelle y est de 2862 heures. Les types de sols rencontrés dans le milieu d'étude

sont les sols ferrugineux tropicaux lessivés et sols ferrugineux tropicaux appauvris avec des caractéristiques agronomiques variables (Gbédji, 2003). Les sols peu évolués et des sols hydromorphes argileux à hautes potentialités hydroagricoles sont également rencontrés à certains endroits. La végétation de cette zone est composée de savane boisée, arbustive et herbacée avec des plages d'épineux aux endroits soumis à une forte influence anthropique. Par ailleurs, le long des cours d'eau, on note une végétation bien boisée. L'activité principale exercée dans la zone est l'agriculture ; elle occupe environ 50% de la population. Les cultures développées sont le coton, le maïs, le sorgho, le mil, le riz, l'igname, le manioc, le soja, le niébé, l'arachide, le gombo, l'oignon, la tomate, le piment, la pomme de terre, la patate douce et le voandzou (Katé, 2011). Cette activité agricole est également accompagnée de l'élevage de gros bétails essentiellement.

Sabai et al. J. Appl. Biosci. 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

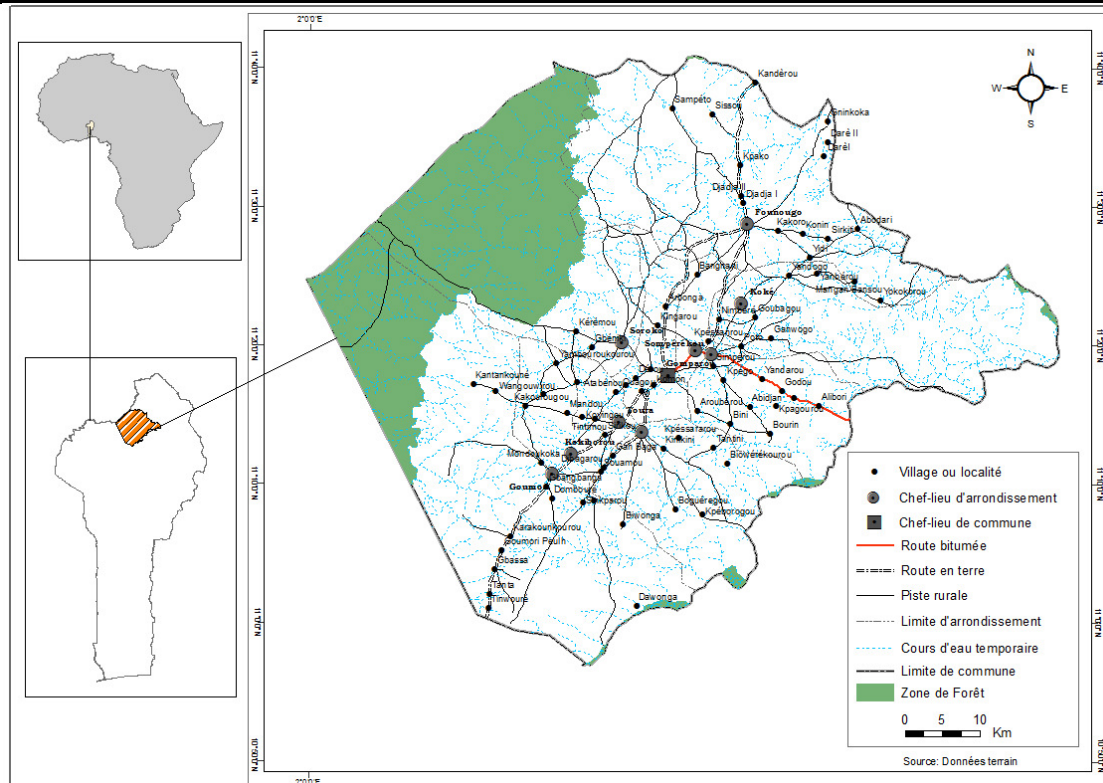


Figure 1: Situation géographique et administrative de la commune de Banikoara

Méthodes utilisées

Identification des variables de gestion de la fertilité des sols d'adaptation aux changements climatiques et des variables de structure associées : Des focus groupes d'effectif variant de 6 à 12 personnes (Konaté et Sidibé, 2006) ont été réalisés dans chacun des dix arrondissements de la Commune de Banikoara. Avant la réalisation de ces focus groupes, un travail préliminaire a été effectué avec certaines personnes ressources de la localité telles que les conseillers en production végétale (CPV), les conseillers en zootechnie (CZ), le Responsable de Développement Rural (RDR) et le Maire. Des sensibilisations ont été ensuite faites à la radio locale et par les faiseurs d'opinions dans les dix arrondissements de ladite commune afin de recenser les producteurs sélectionnés pour cette phase. L'échantillon de chaque focus groupe est constitué de tous les groupes socio-professionnels (agriculteurs, transformateurs, éleveurs), de toutes les tranches d'âge (vieux, jeunes et adultes) et de sexe (femmes et hommes). Cette étape a permis à l'équipe d'avoir des informations sur les variables de gestion de la fertilité

des sols d'adaptation aux changements climatiques et des variables de structure y associées. Avec les producteurs ainsi recensés, toutes les exploitations ont été réparties dans trois classes de gestion de la fertilité. La classe I: exploitation appliquant ou ayant la capacité d'appliquer suffisamment les bonnes pratiques de gestion; classe II: exploitations appliquant peu suffisamment; classe III: exploitations appliquant insuffisamment. Des cartes d'exploitation ont été aussi réalisées par classe de gestion de fertilité des sols à raison de trois par arrondissement; et enfin, ces données ont permis de rédiger un questionnaire qui a été administré aux producteurs.

Enquête structurée auprès des producteurs : La taille de l'échantillon considéré dans la commune est $n = 986$. Elle a été déterminée en utilisant l'approximation normale de la loi binomiale (Dagnelie, 1998) :

$$n = U^2 \frac{1 - \alpha/2}{d^2} \frac{P(1-P)}{d^2}$$

Sabai et al. J. Appl. Biosci. 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

Dans cette formule, p est la proportion d'agriculteurs dans la commune; $U_{1-\alpha/2}$ est la valeur de la loi normale liée à la valeur de probabilité $1-\alpha/2$ avec $\alpha = 5\%$ soit 1,96 ; et d est la marge d'erreur de l'estimation qui sera fixée à 5%. Au niveau de chaque arrondissement et de chaque village, le nombre de producteurs à enquêter est déterminé par une pondération. Le contenu du questionnaire est relatif aux variables de structure, aux déterminants biophysiques du changement climatique et aux mesures d'adaptation aux changements climatiques liés notamment à la gestion de la fertilité des sols.

Analyses statistiques des données

Analyses de la relation entre les perceptions, les mesures d'adaptation et les déterminants socio-économiques : Le test d'indépendance de Chi-deux a servi à vérifier la dépendance ou non entre les perceptions et les caractéristiques socio-économiques (niveaux de prospérité et classes d'âge) d'une part, et entre les stratégies d'adaptation au changement climatique et les caractéristiques socio-économiques d'autre part. L'analyse factorielle des correspondances (AFC), couplée ou non avec la classification hiérarchique a été utilisée pour relier les groupes de perceptions, de mesures d'adaptation aux caractéristiques socio-économiques. Toutes les analyses statistiques ont été faites avec la logiciel R (version 2.15.1, 2012).

Modélisation de la relation entre les déterminants socio-économiques et le niveau de gestion de la fertilité des sols : Une régression logistique

polychotomique ordinaire a été utilisée en vue de modéliser la relation entre les déterminants socio-économiques des producteurs enquêtés et le niveau de fertilité de leur sol (Sanharawi et Naudet, 2013). La variable ordinaire classe de fertilité à trois modalités : classe de fertilité III (ou niveau 0) qui regroupe les exploitations ayant un faible niveau de gestion de la fertilité des sols ; classe de fertilité II (ou niveau 1) qui regroupe les exploitations ayant un niveau moyen de gestion de la fertilité des sols ; classe de fertilité I (ou niveau 3) qui regroupe les exploitations ayant un niveau élevé de gestion de la fertilité des sols. La probabilité pour qu'une exploitation soit affectée à une classe de gestion de fertilité des sols est modélisée par la relation suivante (Preux et al., 2005) :

$$P(F_i | X_1 \dots X_n) = \frac{\exp\{(\alpha + \sum_{i=1}^n \beta_i X_i)\}}{1 + \exp\{(\alpha + \sum_{i=1}^n \beta_i X_i)\}}$$

À chaque variable socio-économique X_i est associé un coefficient β_i et OR_i (mesurant l'association entre X_i et la classe de fertilité F) qui se calcule par $\exp(\beta_i)$; α étant une constante. Le choix des variables socio-économiques à inclure dans le modèle est fait par la procédure pas à pas descendant (backward elimination) qui consiste à inclure toutes les variables choisies puis à retirer progressivement les non significatives (Sanharawi et Naudet, 2013).

RÉSULTATS

Déterminants biophysiques des changements climatiques, conséquences et mesures endogènes d'adaptation

Déterminants biophysiques des changements climatiques : Le changement climatique est perçu par les populations rurales du Nord-Bénin de différentes manières. On en dénombre au total 24 perceptions. Celles-ci dépendaient du niveau de prospérité ($\chi^2=612,56$; $p=0,000$; $ddl =44$), mais pas de l'âge ($\chi^2=36,57$; $p=0,78$; $ddl =44$), pas du niveau de scolarité ($\chi^2= 32,24$; $p=0,91$; $ddl =44$), pas du sexe ($\chi^2= 13,89$; $ddl = 22$; $p = 0,91$), ni du mode de faire valoir ($\chi^2= 99,3$; $p= 0,19$; $ddl =88$). Les perceptions les plus citées par les paysans sont : le retard dans l'installation des pluies (6,8%), la rareté des pluies (6,6%), la baisse de la fertilité des sols (6,5%), les poches de sécheresse (6,4%), les chutes des rendements (6,1%), les vents

violents (6%), la mauvaise répartition des pluies (5,6%), l'excès de chaleur (5,4%) et la désertification (5%).

Perception des changements climatiques selon le niveau de prospérité : Les résultats de l'analyse factorielle des correspondances (AFC) ont mis en relation les niveaux de prospérité et les perceptions paysannes du changement climatique (figure 2). Les informations contenues dans les variables sont contrôlées à 100% par le système d'axes 1 et 2. Les riches et les moyens percevaient le changement climatique à travers les pluies précoces, le retard dans l'installation des pluies, l'excès de la pluie, l'excès de chaleur, la mauvaise répartition des pluies, la baisse de la pluviométrie, les pluies agressives, la prolifération des adventices, l'harmattan moins frais, la destruction de la structure des sols, la présence de pluie avec de grêle, la diminution de la production des arbres tandis

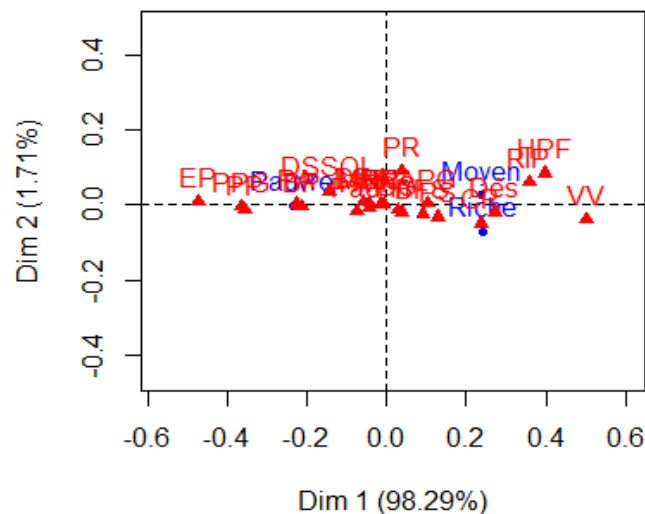
Sabäi et al. J. Appl. Biosci. 2014. Perceptions locales de la manifestation des changements climatiques et mesures d'adaptation dans la gestion de la fertilité des sols dans la Commune de Banikoara au Nord-Bénin

que les et la pauvres l'apprécient par le retard dans l'installation des pluies, l'inondation, les vents violents, les poches de sécheresse, la baisse de la fertilité des sols, le décalage des saisons, la prolifération des ravageurs, l'harmattan plus frais, la désertification, l'absence de pluie avec grêle, et la chute des rendements. Cinquante pour cent des perceptions sont

exprimées par les pauvres et ce sont : la pluie précoce, la rareté des pluies, l'excès de pluies, l'excès de chaleur, la mauvaise répartition des pluies, la baisse de la pluviométrie, les pluies agressives, la prolifération des adventices, l'harmattan moins frais, la destruction de la structure du sol, la présence de pluie avec de grêle et la diminution de la production des arbres.

Tableau 1. Perceptions paysannes du changement climatique

Déterminants biophysiques	Fréquences relatives des réponses (%)
Pluie précoce	3,5
Retard dans l'installation des pluies	6,8
Rareté des pluies	6,6
Excès de pluies	2,2
Inondation	2,1
Vents violents	6,0
Excès de chaleur	5,4
Poche de sécheresse	6,4
Mauvaise répartition des pluies	5,6
Baisse de la fertilité des sols	6,5
Baisse pluviométrie	4,4
Décalage des saisons	4,4
Pluie agressive	2,4
Prolifération des ravageurs	2,4
Prolifération des adventices	1,7
Harmattan plus frais	3,4
Harmattan moins frais	3,0
Désertification	5,0
Destruction structure du sol	3,9
Présence de pluie avec de grêle	1,6
Absence de pluie avec de grêle	2,0
Baisse de la fertilité des sols	4,7
Diminution de la production des arbres	3,9
Chute des rendements	6,1

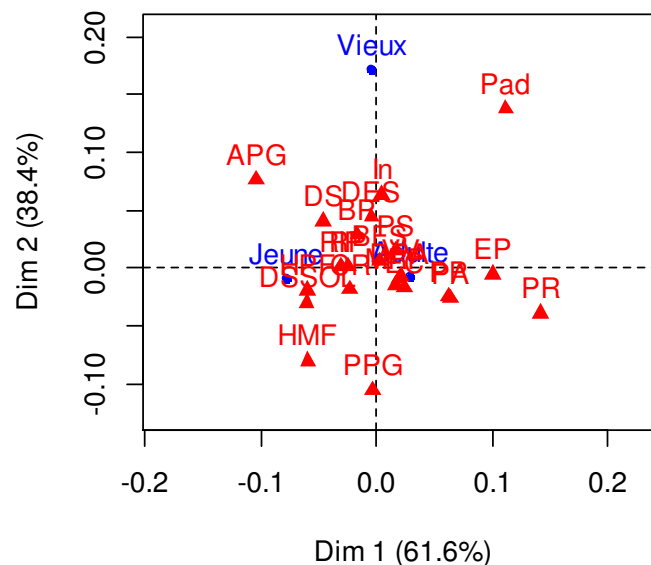


Pluie précoce (PP), Retard dans l'installation des pluies (RIP), Rareté des pluies (RP), Excès de pluies (EP), Inondation (In), Vents violents (VV), Excès de chaleur (EC), Poche de sécheresse (PS), Mauvaise répartition des pluies (MRP), Baisse de la fertilité des sols (BFS), Décalage des saisons (DS), Pluie agressive (PA), Prolifération des ravageurs (PR), Prolifération des adventives (Pad), Harmattan plus frais (HPF), Harmattan moins frais (HMF), Désertification (Dés), Destruction structure du sol (DSSOL), Présence de pluie avec de grêle (PPG), Absence de pluie avec de grêle (APG), Baisse de la fertilité des sols (BFS). Diminution de la production des arbres (DPA) et Chute des rendements (CR).

Figure 2. Positionnement des perceptions paysannes et des niveaux de prospérité dans un système d'axes de l'analyse factorielle des correspondances

Perception des changements climatiques selon l'âge : Le plan factoriel (Dim1, Dim2) de l'analyse factorielle des correspondances explique la totalité de l'information du tableau Age/Perception (figure 3). Les perceptions qui ont fortement contribué et corrélié à la première dimension sont : pluie précoce, retard dans l'installation des pluies, rareté des pluies, excès de pluies, vent violent, excès de chaleur, poche de sécheresse, mauvaise répartition des pluies, décalage des saisons, pluie agressive, prolifération des ravageurs, harmattan plus frais, destruction de la structure des sols, absence de pluie avec de grêle et la diminution de la production des arbres et chute des rendements tandis que l'inondation, baisse de la fertilité des sols, baisse de la pluviométrie, prolifération des adventives, harmattan moins frais, désertification et présence de pluie avec de grêle définissent la

dimension 2. Quant aux catégories d'âge, les jeunes et les adultes ont plus contribué à la formation du premier axe, tandis que les vieux sont plus liés à l'axe 2. En reliant les perceptions paysannes et les catégories d'âge ayant le plus contribué à la formation des deux axes, les vieux exprimaient différemment les perceptions du changement climatique par la prolifération des adventives et l'absence de pluie avec de la grêle; les jeunes percevaient le changement climatique par la destruction de la structure des sols et l'harmattan plus frais. Les adultes exprimaient leurs perceptions par la prolifération des ravageurs, l'excès de pluie, les pluies agressives, la mauvaise répartition des pluies, les vents violents, l'excès de chaleur, les poches de sécheresse et la diminution de la production des arbres. Les autres perceptions ne discriminaient pas les classes d'âge.

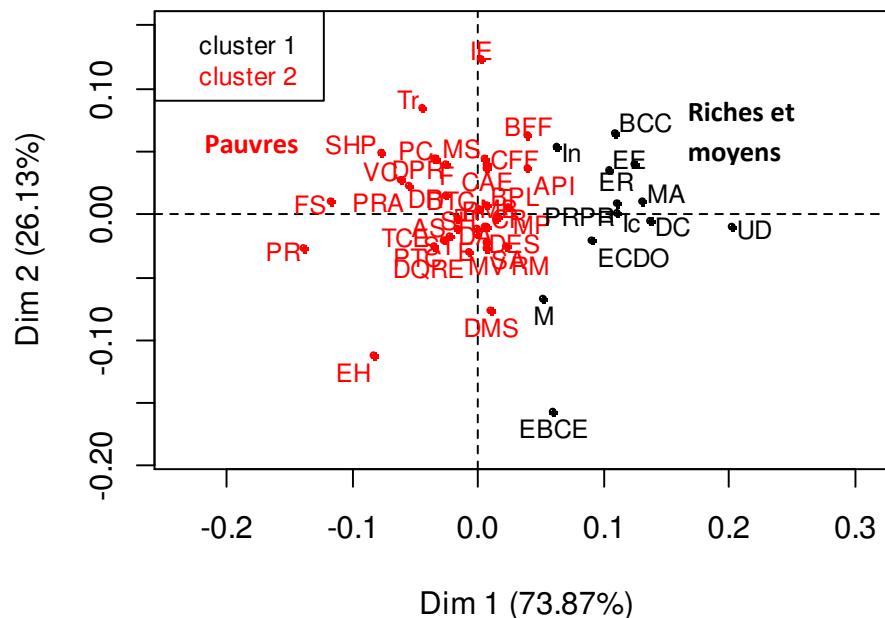


Pluie précoce (PP), Retard dans l'installation des pluies (RIP), Rareté des pluies (RP), Excès de pluies (EP), Inondation (In), Vents violents (VV), Excès de chaleur (EC), Poche de sécheresse (PS), Mauvaise répartition des pluies (MRP), Baisse de la fertilité des sols (BFS), Décalage des saisons (DS), Pluie agressive (PA), Prolifération des ravageurs (PR), Prolifération des adventices (Pad), Harmattan plus frais (HPF), Harmattan moins frais (HMF), Désertification (Dés), Destruction structure du sol (DSSOL), Présence de pluie avec de grêle (PPG), Absence de pluie avec de grêle (APG), Baisse de la fertilité des sols (BFS), Diminution de la production des arbres (DPA) et Chute des rendements (CR).

Figure3. Positionnement des perceptions paysannes et des catégories d'âge dans un système d'axes de l'analyse factorielle des correspondances

Conséquences socio-économiques des changements climatiques : Les impacts socio-économiques du changement climatique ne se ressentent pas de la même façon chez les différentes classes sociales. Ces conséquences dépendaient donc très significativement du niveau de prospérité ($\chi^2 = 172,73$; $p = 0,000$; $ddl = 230$). Les résultats de l'analyse factorielle des correspondances couplés avec la classification numérique sur les coordonnées des individus dans le plan factoriel de l'AFC ont révélé que les riches et les moyens s'opposent aux pauvres (figure 4) et subissent le changement climatique à travers l'inondation, le bouleversement du calendrier cultural, l'érosion éolienne, l'utilisation d'herbicide, l'entretien des cultures difficiles et onéreux, la destruction des cultures, l'incendie, la mortalité animale, l'exode rural et la pourriture des récoltes précédentes. Les impacts du changement climatique évoqués par les pauvres sont plus nombreux. Il s'agit du conflit entre agriculteur et

éleveur, de la chute des rendements, de la diminution des superficies emblavées, de la dégradation des pistes rurales, de la diminution de la quantité des ressources en eau, de la famine, de la fonte de semis, du resemis, du semis tardif, du manque de pâturage, de la recrudescence des maladies, du décoiffement des toits des cases, de l'activation et de la propagation des incendies par les vents violents, de la verse des cultures, de la chute des fleurs et des fruits non murs des arbres, de la divagation des animaux, de la pénibilité des travaux au champ, du stress hydrique des plants, de la soif des animaux, de la destruction des microorganismes du sol, de la baisse production de lait, de la baisse de la fécondité des femelles, des morsures de serpent, de la diminution des revenus, du semis tardif, du resemis, de l'appauvrissement des sols, de la mortalité des vieux(vieilles) et des animaux, de l'ensablement des barrages et cours d'eaux, de l'érosion hydrique et de la verse des cultures.



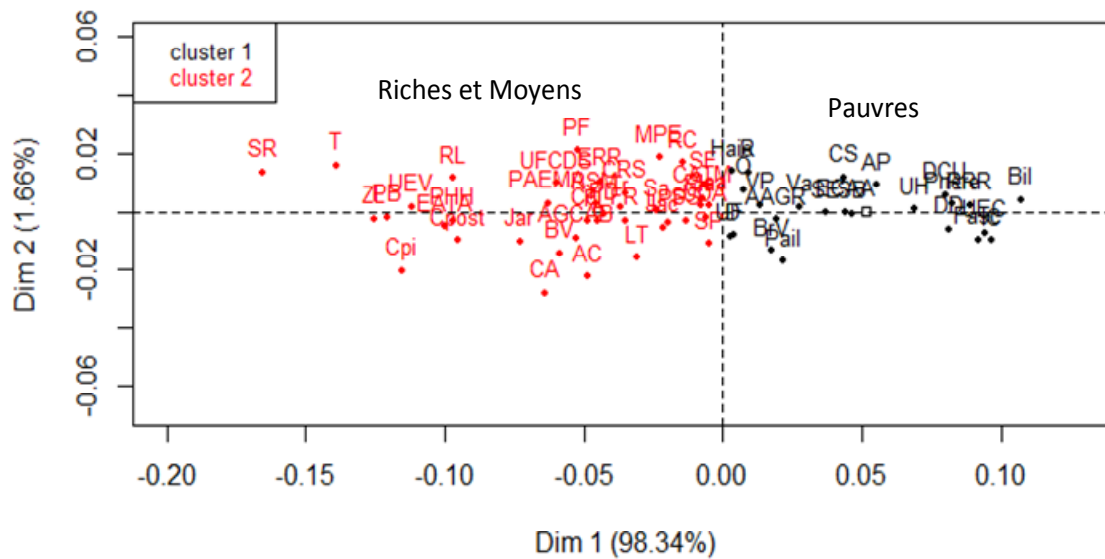
Pourriture des récoltes précédentes (PRPR), Dégradation des pistes rurales (DPR), Semis tardif (ST), Fonte de semis (FS), Resemis (R), Famine (F), Diminution des superficies emblavées (DES), Chute des rendements (CR), Conflit entre agriculteurs et éleveurs (CAE), Diminution quantité ressource en eau (DQRE), Manque de pâturage (MP), Maladie (M), Décoiffement des toits des cases (DTC), Activation et propagation des incendies (API), Verse des cultures (VC), Erosion éolienne (EE), Chute des fleurs et des fruits non murs (CFF), Appauvrissement des sols (AS), Bouleversement du calendrier culturel (BCC), Baisse fécondité des feuilles (BFF), Baisse production du lait (BPL), Erosion hydrique (EH), Entretien des cultures difficile et onéreux (ECDO), Mortalité animale (MA), Mortalité des vieux/vielles (MV), Ensablement des barges et cours d'eau (EBCE), Inondation (In), Impayés pour les engrais (IE), Divagation des animaux (DA), Destruction des cultures (DS), destruction microorganismes du sol (DMS), Diminution du revenu (DR), Exode rural (ER), Morsure serpent (MS), Problème de conservation (PC), Prolifération des ravageurs (PR), Parcours réduit pour les animaux (PRA), Pénibilité des travaux aux champs (PTC), Stress hydrique des plants (SHC), Transhumance (Tr).

Figure 4. Positionnement des classes d'impacts socio-économiques des changements climatiques dans un système d'axes de l'analyse factorielle des correspondances.

Mesures d'adaptation aux changements climatiques : Les pratiques endogènes développées pour faire face aux changements climatiques dépendent du niveau de prospérité des enquêtés ($\chi^2=405,7203$; $p=0,000$; $ddl = 124$). La classification

numérique sur les coordonnées des individus de l'AFC ont permis de dégager que les stratégies d'adaptation aux changements climatiques développées par les riches et les moyens sont plus nombreuses et diversifiées (figure 5, tableau 2).

Sabäi et al. J. Appl. Biosci. 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



Séchage récolte (SR), Plantation (Pla), Variété précoce (VP), Semis à sec (SS), Labour avec tracteur (LT), Allocation de crédit (AC), Diversification des activités génératrices de revenu (DAGR), Culture résistante à la sécheresse (CRS), Transhumance (Tr), Digue (D), Bande végétalisée (BV), Sacrifice (Sa), Renforcement de la solidité des maisons (RSM), Brise vent (BrV), Pacquer animaux dans endroit moins arboré (PAEMA), Vaccination (Va), Planter des hautes herbes (PHH), Interdiction de coupe (IC), Sarclo-butage (SB), Par-feu (PF), Parc à bois (PB), Dormir dehors (DD), Construction abris en tige de mil (CATM), Ombrage (O), Tisane (T), Utilisation d'éventail et de ventilateur (UEV), Restitution des résidus de récolte (RRR), Utilisation des feuilles pour la conservation des denrées stockées (UFCDS), Paillote (Pail), Complément alimentaire (CA), Arrosage des plants (AP), Entaille autour du tronc d'arbre (EATA), Jardinage (Jar), Utilisation de produit phytosanitaire (UPP), Semis échelonné (SE), Resemis (R), Utilisation de fumier (UF), Labour perpendiculaire à la pente (LPP), Utilisation d'engrais chimique (UEC), Rotation culturale (RC), Rotation avec légumineuse (RL), Jachère (Jac), Enfouissement résidus de récolte (ERR), Utilisation des déjections animales (UDA), Parcage direct (PD), Compostage (Cpost), Diversification des cultures (DCU), Billonnage (Bil), Zéro labour (ZL), Cordon pierreux (CP), Sacs de sable (SS), Fascines (Fasc), Multiplication des points d'eau (MPE), Stockage de foin (SF), Achat coton graine pour alimentation bétail (ACGAB), Fourrage des ligneux (FL), Caution de solidarité (CS), Haie, Utilisation de pesticide (UP), Utilisation d'herbicide (UH) et Feu de bois pour réchauffer (FR).

Figure 5: Positionnement des classes de niveaux de prospérité et mesures d'adaptation dans un système d'axes de l'analyse factorielle des correspondances

Sabai et al. J. Appl. Biosci. 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

Tableau 2. Mesures d'adaptation aux changements climatiques en fonction du niveau de prospérité

Manifestations	Mesures d'adaptation	
	Pauvres	Riches et moyennement riches
Pluie précoce	-	séchage des récoltes
Retard dans l'installation des pluies	Prière, variété précoce	Plantation d'arbres, semis à sec, labour au tracteur, allocation de crédit,
Rareté des pluies	Prière	-
Rupture brutale des pluies	Prière	Diversification des activités génératrices de revenu, utilisation des variétés résistantes à la sécheresse, plantation d'arbres, semis à sec, labour au tracteur, transhumance
Inondation	Digues,	Bandes végétalisées
Vent violent	Prière et sacrifice, brise vent, interdiction de coupe, sarclage, buttage,	Plantation d'arbres, renforcement de la solidité des maisons, parcage des animaux dans les endroits moins arborés, vaccination, plantation hautes herbes, semis à sec, labour avec tracteur,
Excès de chaleur	Prière, dormir dehors, utiliser l'ombrage des arbres, pailote, arrosage des plants	Construction d'abris en tige de mil, usage de tisane, vaccination des animaux, utilisation d'éventail et de ventilateur, utilisation des feuilles pour la conservation des denrées stockées, compléments alimentaires pour les animaux, entaille autour des troncs d'arbre, plantations
Poche de sécheresse	Prière, semis échelonné, transhumance, autres activités génératrices de revenu, resemis, semis échelonné	Plantations, pratique de cultures maraîchères, utilisation produits phytosanitaires, semis à sec, labour avec tracteur
Mauvaise répartition des pluies	Semis échelonné	Plantation
Baisse pluviométrie	Prière, variétés précoce, activité génératrices de revenu, transhumance, caution de solidarité	Multiplication de point d'eau, stockage de foin, achat des graines de coton pour l'alimentation du bétail, semis sec, labour au tracteur, plantation, utilisation des feuilles des ligneux comme fourrage
Décalage des saisons	Variété précoce	Semis précoces
Pluie agressive	Prière, haie	Labour perpendiculaire à la pente ou selon les isohypses, confection de digues, usage de parc à bois
Prolifération de ravageurs	-	Utilisation de pesticides
Prolifération des adventices	Transhumance	Utilisation des feuilles des ligneux comme fourrage, utilisation d'herbicide
Harmattan	Vaccination des animaux et des hommes	Pratique de feu de réchauffage, entaille autour des troncs d'arbre
Désertification	Éviter coupure anarchique des arbres	Plantation d'arbres
Diminution de la production des arbres et chute de rendement	Activités génératrices de revenu	Entaille autour du tronc d'arbre
		-

Sabai et al. J. Appl. Biosci. 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

Pratiques endogènes de gestion de la fertilité des sols face aux changements climatiques

Typologie des pratiques de gestion de la fertilité des sols: Les valeurs moyennes des critères de différenciation par classe telles que les pratiques de gestion de la fertilité des sols et les variables de structure sont présentées dans le tableau 3. La rotation de cultures impliquant des légumineuses, l'apport d'engrais minéraux, la restitution des résidus de

récoltes, le parage direct et le parage rotatif des bœufs constituent des pratiques assez discriminantes entre les exploitations de la classe I, II et III. Les valeurs relativement élevées du parage direct, du parage rotatif des bœufs dans les champs et de l'effectif de bovins pour la classe I sont dues sans doute à la présence des exploitations Peulh dans cette classe (tableau 3).

Tableau 3. Valeurs moyennes des critères de différenciation par classe

Critères	Classe I (n=204)	Classe II (n=405)	Classe III (n=322)
Pratiques de gestion			
Rotation de cultures impliquant des légumineuses	1,57	0,90	0,64
Apport d'engrais minéraux	2,57	1,99	1,96
Parage direct	1,85	0,69	0,36
Restitution des résidus de récolte	1,85	1,37	1,16
Parage rotatif des bœufs	2,42	0,83	0,58
Rotation de cultures	2,42	1,87	2,24
Variables de structure			
Nombre de bœufs d'élevage	19	7	5
Nombre de bœufs de trait	4	3	2
Nombre de charrettes	0,59	0,37	0,23
Nombre de charrues	1,50	1,04	0,81
Nombre de sarclours	1,66	1	0,85
Superficie cultivée (ha)	18,36	10,33	7,17
Superficie en jachère (ha)	1,11	0,5	0,15

n = nombre d'exploitations rangées dans la classe

La rotation de cultures et la restitution des résidus de récolte au sol sont surtout pratiquées par les exploitations de la classe I comparativement à celle de la classe II et III. Le recensement des superficies en jachère indique que les exploitations en l'occurrence celles de la classe II et III disposent de peu de jachères. Ce qui s'explique en général par le manque de terres cultivables dans la commune (tableau 3). La rotation de cultures et la mise en jachère des terres sont fonction de la superficie par exploitation. Le tableau 4 présente les pratiques de gestion de la fertilité des sols face aux effets des changements climatiques en fonction des différentes classes d'exploitation. Les principales cultures vivrières rencontrées dans les exploitations des trois classes sont le maïs, le sorgho, le niébé et l'arachide. Le coton constitue souvent la tête de rotation. Il est suivi et alterné par les céréales (coton-céréales, céréales-coton.) Les légumineuses occupent en général une très

faible proportion dans la rotation (classe II). Dans les exploitations des trois classes, les résidus de récolte de maïs sont laissés à près de 65 à 95% dans les champs, permettant ainsi aux troupeaux de pâturer avant d'aller en transhumance ; le reste (5 à 35%) est récupéré et mélangé parfois avec des tiges de sorgho et sert à alimenter les bœufs à la maison pendant les périodes sèches. Quatre-vingt à quatre-vingt-dix pour cent des résidus de récolte du coton et du sorgho, sont brûlés et la cendre de sorgho utilisée pour la fabrication du savon local. Soixante-cinq pour cent des fanes et des gousses de niébé sont en général laissées au champ par les exploitants de la classe II ; le reste (35%) est utilisé pour l'alimentation des bœufs de trait en période sèche (tableau 4).

Sabaï et al. J. Appl. Biosci. 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

Tableau 4. Aperçu des pratiques endogènes de gestion de la fertilité des sols par classe

Critères	Classe I	Classe II	Classe III
Caractéristiques des exploitations	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Bœufs d'élevage : ≥ 19 ✓ Bœufs de trait : ≥ 4 ✓ Charrettes : 1 ✓ Charrues : 2 ✓ Sarcleurs : 2 ✓ Sup emblavée : > 18 ha 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Bœufs d'élevage : 7 ✓ Bœufs de trait : 3 ✓ Charrettes : ≤ 1 ✓ Charrues : 1 ✓ Sarcleurs : 1 ✓ Sup emblavée : 10 à 18 ha 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Bœufs d'élevage : ≤ 5 ✓ Bœufs de trait : ≤ 2 ✓ Charrettes : ≤ 1 ou absente ✓ Charrues : ≤ 1 ✓ Sarcleurs : ≤ 1 ✓ Sup emblavée : < 10 ha
Système de jachère	Application de jachère	Application de jachère	Pas de Jachère
Rotations des cultures	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Coton-céréales ✓ Céréales-coton ✓ Céréales-céréales 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Coton-céréales ✓ Céréales-céréales ✓ Légumineuse-coton 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Coton-céréales ✓ Céréales-céréales ✓ Coton-coton ✓ Céréales-coton
Restitution des résidus de récolte	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Résidus de coton (63%) et de maïs (65%) laissés au champ ; ✓ Brûlage des résidus de sorgho ✓ Ramassage des tiges, spathes et rafles de maïs (> 35%) pour l'alimentation du bétail à la maison 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Brûlage des résidus de coton et de sorgho ✓ Fanés de légumineuses (65%), tiges et spathes de maïs (75%) sont laissés au champ ✓ Ramassage des fanés et gousses de niébé (35%) pour la maison (alimentation bétail) ✓ Ramassage des tiges, spathes et rafles de maïs (15%) pour la maison (alimentation bétail) 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Brûlage des résidus de coton et de sorgho (80 à 90%) ✓ Résidus de maïs (90%) laissés au champ ✓ Alimentation du bétail (tiges, spathes de sorgho et maïs) au champ (10%)
Fertilisation organique	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Parcage direct ✓ Ramassage et transport des bouses de vaches au champ 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Ramassage et transport des bouses de vaches au champ 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Parcage direct
Fertilisation minérale	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Maïs : 100 Kg NPK/ha + 50 Kg d'urée/ha ✓ Coton : 150 Kg NPK/ha + 50 Kg d'urée/ha ✓ Sorgho : 50 Kg d'urée/ha 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Maïs : 100 Kg NPK/ha + 50 Kg d'urée/ha ✓ Coton : 150 Kg NPK/ha + 50 Kg d'urée/ha ✓ Sorgho : Aucun apport (Terrain argileux riche en éléments minéraux) ✓ Niébé : Aucun apport d'engrais 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Maïs : Pas de NPK/ha+ 50 Kg d'urée/ha ✓ Coton : 50 Kg NPK/ha + 50 Kg d'urée/ha ✓ Sorgho : Aucun apport
Plantation d'arbres	Présence de karité et de néré	Absence d'arbres	Présence par endroits de karité

Sabai et al. J. Appl. Biosci. 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

Les engrais minéraux utilisés par les exploitations sont principalement destinés au coton et au maïs. Les doses recommandées pour le coton sont en général respectées (150 kg $N_{14}P_{23}K_{14}S_5B_1$ /ha et 50 kg d'urée/ha). Les doses sur le maïs varient, mais se situent autour de 150 kg/ha d'engrais minéral ($N_{14}P_{23}K_{14}S_5B_1$ + Urée) pour la classe I et II et moins de

100 kg/ha pour la classe III. Les exploitations de faible niveau de gestion de la fertilité des sols sont les plus représentées dans les arrondissements de Goumori, Kokibourou, Toura, Soroko, Gomparou, Sompérékou et OUNET (figure 6). Une action de restauration de la fertilité des sols devra donc être priorisée dans ces arrondissements

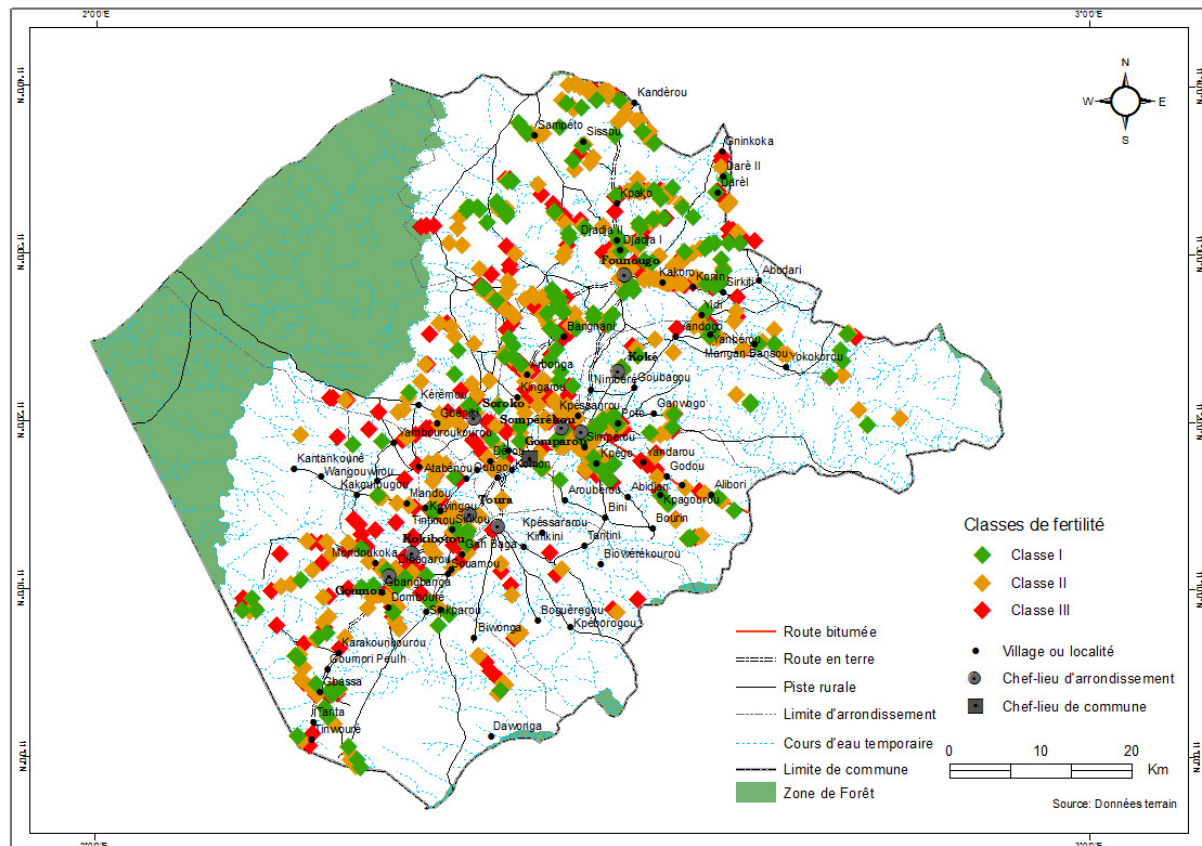


Figure 6: Répartition des classes de fertilité des sols des exploitations agricoles de Banikoara

Facteurs socio-économiques déterminant les pratiques de gestion de la fertilité : Les résultats de la régression logistique polychotomique ordinaire utilisée pour modéliser les déterminants socio-économiques de la fertilité des sols sont présentés dans le tableau 5. Lors de l'analyse univariée, les principales variables socio-économiques qui étaient significativement associées à la fertilité étaient les suivantes : le sexe, l'âge, le nombre de sarcler (NS), le nombre d'actif (NA), le nombre de bœufs d'élevage (NBE), le nombre de bœufs de trait (NBT), le nombre de charrettes (Nch), le nombre de charrues (Nchar) ; le nombre de sarclers (Nsar) et le niveau de prospérité (NP). Les résultats de l'analyse multivariée par

régression logistique en utilisant une procédure en pas à pas ascendante pour identifier les déterminants socio-économiques de gestion de la fertilité des sols sont présentés dans le tableau 5. Il ressort de l'analyse de ces résultats que les seules variables retenues sont : le sexe, le nombre de personnes dans l'exploitation (NPE), la main d'œuvre familiale (MOF), la main d'œuvre salariale (MOS), le nombre de bœufs d'élevage (NBE), le nombre de bœufs de trait (NBT), le nombre de charrettes (Nch), le nombre de charrues (Nchar), le nombre de sarcler (NS), la superficie totale (SupT), l'utilisation du compost (Cp), la location de parcelle, et le niveau de prospérité (NP). Parmi ces variables, les variables telles que le Nch et le NS qui

Sabai et al. J. Appl. Biosci. 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

étaient associées significativement à la fertilité lors de l'analyse univariée ne l'étaient plus dans le modèle. Elles ont cependant été introduites dans l'analyse multivariée : il s'agit donc de variables « forcées » dans le modèle. Les variables dont les coefficients sont négatifs signifient qu'un niveau élevé de ces variables ne permettent pas de bien gérer la fertilité. Il s'agit de sexe, NPE, MOF, MOS, MBE, NBT, SupT, Cp et NP. Par contre, les variables que sont Nch, Nchar, NS et Lc ont des coefficients positifs et ce qui implique qu'un

niveau élevé pour ces variables permet dans nos conditions de mieux gérer la fertilité des sols. La possession de charrette permet en effet de transporter du fumier et du compost au champ afin de mieux gérer la fertilité. Les déterminants socio-économiques les plus liés à la fertilité des sols sont la location de parcelles, le nombre de charrues, le nombre de charrettes, car ces variables ont des odd ratios les plus élevés.

Tableau 5. Identification des déterminants socio-économiques de la gestion de la fertilité des sols par régression logistique polychotomique ordinale

Predictor	Coef	SE Coef	Z	P	Odd Ratio	Lower	Upper
Const(1)	1,12363	0,26709	4,210	0,000			
Const(2)	3,63477	0,29355	12,380	0,000			
Sexe	-0,44753	0,27342	-1,640	0,102	0,640	0,370	1,090
NPE	-0,03387	0,01771	-1,910	0,056	0,970	0,930	1,000
MOF	-0,08891	0,05078	-1,750	0,080	0,910	0,830	1,010
MOS	-0,21848	0,13418	-1,630	0,103	0,800	0,620	1,050
NBE	-0,03402	0,00700	-4,860	0,000	0,970	0,950	0,980
NBT	-0,13309	0,04608	-2,890	0,004	0,880	0,800	0,960
Nch	0,22012	0,13266	1,660	0,097	1,250	0,960	1,620
Nchar	0,10650	0,14547	0,730	0,464	1,110	0,840	1,480
NS	0,00213	0,03101	0,070	0,945	1,000	0,940	1,060
SupT	-0,01538	0,00841	-1,830	0,067	0,980	0,970	1,000
Cp	-0,00026	0,00020	-1,260	0,209	1,000	1,000	1,000
Lc	0,72644	0,29744	2,440	0,015	2,070	1,150	3,700
NP	-0,99660	0,12313	-8,090	0,000	0,370	0,290	0,470

NPE : le nombre de de personne dans l'exploitation, MOF : la main d'œuvre familiale, MOS : la main d'œuvre salariale, NBE : le nombre de bœufs d'élevage, NBT : le nombre de bœufs de trait, Nch : le nombre de charrettes, Nchar : le nombre de charrues, NS : le nombre de sarcler, SupT : la superficie totale, Cp : l'utilisation du compost, Lc : la location de parcelle, NP : niveau de prospérité

DISCUSSION

Perception des changements climatiques : Le changement climatique est perçu de diverses manières par les producteurs. Les résultats de cette étude ont confirmé ceux de Djenontin (2010), de Dedjan (2010) et de Yegbemey *et al.* (2014a) qui ont observé dans le Nord-Bénin que les populations locales percevaient le changement climatique dans leur milieu à travers le retard dans le démarrage des pluies, les poches de sécheresse au cours de la saison pluvieuse, la mauvaise répartition spatiale des pluies, les vents violents et la chaleur excessive. En plus de ces

manifestations, les résultats de cette étude ont permis de montrer aussi que la baisse de la fertilité des sols, les chutes de rendement et la désertification sont des perceptions prédominantes. Les résultats obtenus corroborent par ailleurs ceux de Maddison (2007), Mertz *et al.* (2009), Gnanglè *et al.* (2012), Paraiso *et al.* (2012) qui révèlent que les populations se rendent compte de la variabilité du climat et identifient le vent, le manque et l'excès de précipitation comme les facteurs les plus perceptibles. La perception des changements climatiques dépend prioritairement du

Sabai et al. J. Appl. Biosci. 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

niveau de prospérité du producteur. Par contre, Yegbemey *et al.* (2014b) ont trouvé que les déterminants principaux de la perception du changement climatique sont le sexe, le contact avec un service de vulgarisation et le niveau de sensibilisation sur les changements climatiques. Ces perceptions paysannes du changement climatique varient en fonction des niveaux de prospérité (pauvres, moyens et riches) et des classes d'âge (jeunes, adultes et personnes âgées). Les résultats de l'étude confirment ceux de Teka et Vogt (2010), Gnanglè *et al.* (2012) qui ont trouvé que les perceptions locales sur les risques naturels des habitants des zones côtières du Bénin varient suivant les groupes spécifiques (groupe social et âge). Concernant les niveaux de prospérité, ce sont les pauvres qui expriment mieux les perceptions du changement climatique. Ceci s'explique par le fait que, ce sont les pauvres qui ont surtout pour principale activité l'agriculture (Gnanglè *et al.*, 2012).

Adaptation aux changements climatiques dans la gestion de la fertilité des sols : Tous les producteurs enquêtés développent une stratégie d'adaptation à au moins une manifestation du changement climatique. Les stratégies d'adaptations aux changements climatiques sont les plus nombreuses et diversifiées chez les riches et moyens. Les contraintes financières sont donc les principales barrières à l'adaptation. Ces résultats sont en conformité avec ceux obtenus par

Deressa *et al.* (2009), Yegbemey *et al.* (2014). Les changements climatiques ont des impacts directs sur la fertilité des sols. Selon Robert (1999), les changements de climat et de composition de l'atmosphère entraînent des déséquilibres avec des changements 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. Cela explique le fait que dans la commune de Banikoara plus de 78% des sols des exploitations n'ont pas un bon niveau de gestion de leur fertilité. La possession de charrues et de charrettes déterminent le niveau de gestion de la fertilité dans l'exploitation. En effet, les charrettes permettent le transport et l'épandage des résidus de récolte, du fumier et du compost. Une meilleure gestion des résidus de récolte permet d'améliorer la productivité agricole des terres et les propriétés physiques et chimiques du sol en assurant une bonne fertilité du sol, en maintenant un bon taux d'humidité du sol à travers une meilleure structure, un régime hydrique, une activité micro-biologique favorables et un rapport chimique équilibré en éléments nutritifs (Dagbenonbakin 2005; Igué *et al.*, 2008). De plus, l'exploitation des parcs de stabulation pour la production du fumier pendant la saison sèche s'adapte bien aux conditions des exploitations agricoles dans le Nord-Bénin (Djenontin *et al.*, 2002).

CONCLUSION

Le changement est perçu de diverses manières par les producteurs de la commune de Banikoara et ils développent plusieurs stratégies pour s'y adapter. Les perceptions concernent principalement des perturbations pluviométriques et thermiques, des vents violents, la baisse de la fertilité des sols, la chute des rendements et la désertification. Les mesures d'adaptation développées vont de la prière à la

diversification des activités génératrices de revenu et dépendent du niveau de prospérité du producteur. La possession de charrues, de charrettes et la disponibilité des terres sont les déterminants socio-économiques qui expliquent au mieux l'adaptation des producteurs aux changements climatiques dans la gestion de la fertilité des sols.

RÉFÉRENCES

- Afouda F, 1990. L'eau et les cultures dans le Bénin central et septentrional : étude de la variabilité des bilans de l'eau dans leurs relations avec le milieu rural de la savane africaine. Thèse de Doctorat nouveau régime, Univ. Paris IV (Sorbonne), Institut de Géographie. 428 pp.
- 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. In Actes de l'atelier scientifique 1, Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB), pp 188-204.
- Boko M, 1988. Climats et communautés rurales du Bénin : Rythmes climatiques et rythmes de développement. Thèse de Doctorat d'Etat ès Lettres et Sciences Humaines. CRC, URA 909 du CNRS, Univ. de Bourgogne, Dijon. 2 volumes, 601 pp.

Sabai et al. J. Appl. Biosci. 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

- Dagbénonbakin GD, 2005. Productivity and water use efficiency of important crops in the upper Oueme Catchment: influence of nutrient limitations, nutrient balances and soil fertility. Ph-D Thesis, Bonn. ISBN 3-937941-05-3.
- Dagnelie P, 1998. Théories et Modèles Statistiques, Applications Agricoles, Tome 2, 21ème Édition, 464 pp.
- Dedjan YJ, 2010. Changements Climatiques et évolution des périodes de semis des principales cultures dans l'Alibori : cas des communes de Malanville et de Banikoara, Bénin. Thèse pour l'obtention du diplôme d'ingénieur agronome, Université de Parakou, Bénin; 2010. <http://ididbenin.org/id/sites/default/files/Jeremie%20D.pdf>. Consulté le 10/08/2014 à 14h.
- Djenontin SNI, 2010. Vulnérabilité des ressources en eau face aux changements climatiques et stratégies endogènes de gestion développées dans le secteur agricole : cas des communes de Banikoara et Malanville (Bénin). Thèse pour l'obtention du diplôme d'ingénieur agronome, université de Parakou, Bénin; 2010. www.ididong.org/publi/Rapthem/MmoireNadia_2010.pdf Consulté le 11/08/2014 à 15h.
- Djèntonin AJ, Dagbénonbakin GD, Igué AM, Azontondé HA, Mensah GA, 2012. Gestion de la matière organique du sol : valorisation des résidus de récoltes par l'enfouissement au Nord du Bénin. Dépôt légal N° 5569 dui 09/01/2012, 1er trimestre 2012, Bibliothèque Nationale (BN) du Bénin. ISBN: 978-99919-978-1-0.
- Deressa TT, Hassan RM, Ringler C, Alemu T, Yesuf M, 2009. Determinants of farmers' choice of adaptation methods to climate change in the Nile Basin of Ethiopia. Glob Environ Change, 19:248–255
- Doligez F, 2001. Le financement de l'agriculture dans un contexte de libéralisation : Quelle contribution de la microfinance ? Le cas du BENIN; 2001. http://afm.cirad.fr/documents/4_Services/microfinance/FR/12_pays_Benin.pdf. Consulté le 12/08/2014 à 6h.
- Gbédji E KY, 2003. Caractérisation morphologique et structurale des parcs à néré (*Parkia biglobosa* (Jack ;) R. Br. Ex. G. Dom.) au Bénin. Thèse d'Ingénieur Agronome, Université d'Abomey-Calavi, Bénin, 124 pp.
- Gnanglè PC, Yabi JA, Yegbemey NR, Glèlè Kakaï LR, Sokpon N, 2012. Rentabilité économique des systèmes de production des parcs à Karité dans le contexte de l'adaptation au changement climatique du Nord-bénin. African Crop Science Journal 20 :589-602.
- GIEC, 2007. Bilan 2007 des Changements Climatiques : impacts, adaptation et vulnérabilité. Résumé à l'intention des décideurs, 25 pp. www.effet-de-serre.gouv.fr. Consulté le 08/08/2014.
- Gnanglè CP, Glèlè Kakaï R, Assogbadjo AE, Vodounnon S, Yabi JA, Sokpon N, 2011. Tendances climatiques passées, modélisation, perceptions et adaptations locales au Bénin. Climatologie 8:27-40.
- Guibert H, Allé UC, Dimon RO, Dédéhouanou H, Vissoh PV, Vodouhé SD, Tossou RC, Agbossou EK, 2010.. Correspondance entre savoirs locaux et scientifiques : Perceptions des changements climatiques et adaptations au Bénin. ISDA 2010, Montpellier, 1-12.
- Hounkponou KS, Bokonon-Ganta E, Nouatin G, Gngasssi C et Ahounou M, 2008. Changements climatiques au Bénin : Vulnérabilité et stratégies d'adaptation. PARBCC. 3 pp.
- Issa MS, 1995. Impacts potentiels d'un changement climatique dû au doublement du CO2 atmosphérique sur l'agriculture en République du Bénin. Université Senghor d'Alexandrie, DESS. 113 pp.
- Katé S, 2011. Manifestation des changements climatiques et perception des producteurs dans les zones cotonnières : Cas de l'arrondissement de Founougo (Commune de Banikoara). Mémoire pour l'obtention du diplôme d'étude approfondie. Université d'Abomey-Calavi, Bénin, 64pp.
- Konaté MK et Sidibé A, 2006. Extraits de Guides pour la Recherche Qualitative. Association pour le Développement de l'Éducation en Afrique, Bamako. http://www.rocare.org/RECHERCHE_Qualitative/MANUEL_VER_2006_04_24.pdf. Consulté le 17/10/2014.
- Kurukulasuriya P, Mendelsohn R, Hassan R, Benhin J, Deressa T, Diop M, et al., 2006. Will African agriculture survive climate change? World Bank Economic Review 20 : 367-88.

Sabai et al. J. Appl. Biosci. 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

- Maddison D, 2007. The perception and adaptation to climate change in Africa. Policy Research Working Paper WPS4308. Washington (DC): The World Bank, Development Research Group, Sustainable Rural and Urban Development Team, 2007. www-wds.worldbank.org/servlet/WDSContentServer/WDSP/IB/2007/08/06/00015834920070806150940/Rendered/PDF/wps4308.pdf 12/08/2014 à 14h.
- Mertz O, Mbow C, Reenberg A, Diouf A, 2009. Farmers' perceptions of climate change and agricultural adaptation strategies in rural Sahel. *Environmental Management* 43 : 804-16.
- Michel Robert, 1999. Effets potentiels des changements climatiques sur les sols. Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement/DGAD/SRAE <http://www1.agora21.org/mies/chan-clim10.html>. 10/08/2014 à 14h.
- Ogouwalé E, 2006. Changements climatiques dans le Bénin méridional et central : indicateurs, scénarios et prospective de la sécurité alimentaire. Thèse de Doctorat unique, LECREDE/ FLASH/ EDP/ UAC, 302 pp.
- Ogouwalé E, 2004. Changements climatiques et sécurité alimentaire dans le Bénin méridional. Mémoire de DEA, UAC/EDP/FLASH, 119 pp.
- Pana-Benin, 2008. Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques. Programme d'action national d'adaptation aux changements climatiques du Bénin. Ministère de l'Environnement et de la Protection de la Nature (MEPN). Programme d'action National d'adaptation aux Changements Climatiques du Bénin. Rapport; 2008. <http://unfccc.int/resource/docs/napa/ben01f.pdf>. 10/08/2014 à 12h.
- Paraïso AA, Sossou GCA, Daouda Iz-H, Yegbemey NR, Sanni A, 2012. Perceptions and adaptations of beekeepers and honey hunters to climate change: The case of Natitingou and Tanguiéta in Northwest of Benin. *African Crop Science Journal* 20: 523-32.
- Preux PM, Odermatt P, Perna A, Marin B, Vergnenègre A, 2005. Qu'est-ce qu'une régression logistique ? *Rev Mal Respir*, 22: 159-62.
- R version 2.15.1 (2012-06-22) -- "Roasted Marshmallows" Copyright (C) 2012 The R Foundation for Statistical Computing. ISBN 3-900051-07-0. Platform: i386-pc-mingw32/i386 (32-bit)
- Sanharawi M, Naudet F, 2013. Comprendre la régression logistique. *J Fr Ophtalmol*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfo.2013.05.008>
- Teka O et Vogt J, 2010. Social perception of natural risks by local residents in developing countries, The example of the coastal area of Benin. *The Social Science Journal*., 47: 215-224.
- Yegbemey RN, Yabi JA, Aïhounon GB, Paraïso A, 2014a. 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 Agricx* : 1-11. doi :10.1684/agr.2014.0697.
- Yegbemey RN, Biau G, Yabi JA, Kokoye SEH, 2014b. Does Awareness Through Learning About Climate Change Enhance Farmers' Perception of and Adaptation to Climate Uncertainty? W. Leal Filho et al. (eds.), *International Perspectives on Climate Change, Climate Change Management*, DOI: 10.1007/978-3-319-04489-7_16.