



## Perception des producteurs des changements climatiques et stratégies d'adaptation dans les systèmes de culture à base de maïs (*Zea mays*) au Nord-Bénin

O'Neil G.M.M. TAKPA<sup>1</sup> , G. Pierre TOVIHOUDJI<sup>2</sup> , Nouroudine OLLABODE<sup>1</sup> , P. B. Irénikatché AKPONIKPE<sup>2</sup> , Jacob A. YABI<sup>1</sup> 

<sup>1</sup> Laboratoire d'Analyse et de Recherche sur les Dynamiques Economiques et Sociales (LARDES),  
Faculté d'Agronomie, Université de Parakou

<sup>2</sup> Laboratoire d'Hydraulique et de Modélisation Environnementale (HydroModE-Lab)

Emails : [fouminel@gmail.com](mailto:fouminel@gmail.com) ; [pierretovihoudji@yahoo.fr](mailto:pierretovihoudji@yahoo.fr) ; [nouroudineolabode@gmail.com](mailto:nouroudineolabode@gmail.com) ; [akponikpe@yahoo.com](mailto:akponikpe@yahoo.com) ; [ja\\_yabi@yahoo.com](mailto:ja_yabi@yahoo.com)

Reçu le 4 Mai 2021 - Accepté le 25 Janvier 2022 - Publié le 30 Juin 2022

**Résumé** : En Afrique subsaharienne, le développement durable est menacé par le changement climatique et ces effets néfastes sur l'environnement, la sécurité alimentaire, la santé, etc. En effet, les producteurs du Nord-Bénin sont de plus en plus confrontés au besoin d'adapter leurs systèmes de cultures aux circonstances changeantes du climat. Cette étude analyse la perception des changements climatiques par les producteurs et la décision d'adaptation. Les données sont collectées auprès de 262 producteurs de maïs échantillonnés de façon aléatoire dans trois zones agro écologiques du nord-Bénin à travers une enquête socioéconomique. Le modèle Probit de Heckman est estimé pour identifier les facteurs déterminants la perception et l'adaptation des producteurs face au changement climatique. Cette étude montre que les producteurs s'adaptent au changement climatique à condition qu'ils le perçoivent à travers les hauteurs pluviométriques, l'augmentation de la température, les vents violents et la disparition de certaines espèces dans le paysage agroécologique. En réponse à ces changements, les stratégies adoptées sont entre autres : modification des dates de semis (91,4%) ; diversification des cultures (88%) ; prières et rituels traditionnels (70%) ; stratégies de fertilisation dont la microdose (63,8%) ; adoption d'une nouvelle variété (43,5%) ; abandon ou diminution des spéculations (34,7%). Le nombre d'actifs agricoles et l'association maïs-légumineuse influencent la perception du producteur tandis que le niveau d'éducation primaire, le droit de propriété sur la terre et l'appartenance du producteur à une organisation ont des incidences sur la décision d'adaptation du producteur face au changement climatique. Par conséquent, les politiques gouvernementales qui visent à promouvoir des stratégies d'adaptation dans la lutte contre le(s) changement climatique doivent tenir compte de ces facteurs pour améliorer l'adoption des mesures d'adaptation par les producteurs.

**Mots clés** : Changement climatique, perception, adaptation, maïs, Bénin.

### Farmers' perception of climate change and adaptation strategies in maize (*Zea mays*) systems in northern Benin

**Abstract**: In sub-Saharan Africa, sustainable development is threatened by climate change by these adverse effects on the environment, food security, health, etc. in fact, producers in northern Benin are increasingly faced with the need to adapt their cropping systems to changing climate circumstances. This study analyzes the the perception of climate change. Data are collected from 262 corn producers randomly sampled in three agro-ecological zones in northern Benin through a socio-

economic survey. Heckman's Probit model is estimated to identify the factors determining the perception and adaptation of producers to climate variability. This study shows that producers adapt to climate change provided they perceive it through rainfall heights, the increase of temperature, the strong winds and disappearance of some species in the agroecological landscape. In response to these changes, the strategies adopted include modification of sowing dates (91.4%); crop diversification (88%); traditional prayers and rituals (70%); fertilization strategies including microdosing (63.8%); adoption of a new variety (43.5%); abandonment or decrease in speculation (34.7%). The number of agricultural workers and the maize-legume association influence the producer's perception while the level of primary education, the right to own the land and the producer's membership in an organization have an impact on the decision of the producer adaptation to climate change. Therefore, government policies that aim to promote adaptation strategies to climate change must take these factors into account to improve the adoption measures by the producers.

**Keywords:** Climate change, perception, adaptation, maize, Benin.

## 1. Introduction

Dans de nombreux pays Africains Subsahariens, l'agriculture est essentiellement pluviale avec une forte variabilité climatique occasionnant des effets néfastes sur la productivité des cultures vivrières et la production des terres agricoles (Vodounou and Doubogan, 2016). Les effets profonds du changement climatique sur l'agriculture, couplés avec la faible résilience et la grande vulnérabilité des populations, pourraient réduire considérablement leur capacité de gestion des ressources naturelles et altérer ainsi leurs moyens d'existence, leur sécurité alimentaire et leur bien-être (Ayedegue *et al.*, 2020). Les modèles climatiques régionaux prédisent en effet que la combinaison des facteurs que sont la hausse des températures, la baisse et l'irrégularité des pluies, la montée des eaux de mer, les situations extrêmes (inondations, sécheresses, etc.) résultent inéluctablement en une réduction sensible de la production et de la productivité agricole, une plus grande sensibilité des cultures aux attaques des ravageurs, une réduction des ressources en eau disponibles, une baisse de la fertilité des sols et de la productivité animale (Katé *et al.*, 2016).

Au Bénin, les effets des changements climatiques observés au cours des dernières décennies constituent des défis pour la production agricole (Djohy *et al.*, 2015). Les pluies représentent l'élément climatique fondamental qui conditionne les différentes activités agricoles (N'guessan *et al.*, 2019). Leur absence, rareté, excès ou mauvaise répartition spatiotemporelle sont générateurs des crises climatiques (Akpo *et al.*, 2016). Gnanglè *et al.* (2011) ont montré que de 1960 à 2008, le nord-Bénin a connu une augmentation significative de la température moyenne de plus de 1 °C avec une diminution de la pluviosité de 5,5 mm/an en moyenne,

et du nombre moyen annuel de jours de pluie. De plus, Yegbemey *et al.* (2014) ont évoqué que les hauteurs pluviométriques seront réduites de 13 à 15% dans le nord du pays à l'horizon 2100, où l'agriculture subira plus les effets des variations climatiques. En effet, ces changements climatiques perçus se manifestent principalement par les variations des hauteurs pluviométriques, 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 (Adebiyi *et al.*, 2019). La variabilité et les changements climatiques peuvent contribuer à la dégradation des terres agricoles en exposant les sols non protégés à des phénomènes violents et compromettant ainsi le potentiel des pratiques actuelles de gestion des terres à maintenir la qualité des ressources naturelles (Sale *et al.*, 2014). Par ailleurs, la dégradation des sols et la diminution drastique du taux de matière organique sont les causes de la baisse des rendements des cultures (Amonmidé *et al.*, 2019). Ces effets ne sont pas homogènes d'un pays à l'autre et dépendent de la manière dont le changement climatique se décline localement et du type d'agriculture. Mais il est difficile d'appréhender l'amplitude de ce changement à un niveau local.

L'adaptation de l'agriculture au changement climatique représente un enjeu d'importance dans les pays en voie de développement pour garantir la sécurité alimentaire des populations les plus vulnérables (Gemenne *et al.*, 2017). 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 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 (Katé *et al.*, 2016). En dépit de ces efforts notables déployés depuis des décennies notamment sur le plan du développement technologique, les défis auxquels le secteur agricole reste confronté

\* Auteur Correspondant : [pierretovihoudji@yahoo.fr](mailto:pierretovihoudji@yahoo.fr)

sont entre autres la faible productivité des systèmes de production agricole, l'instabilité et l'incertitude entachant le capital productif (Diwediga *et al.*, 2015). Sur ce, il est important de savoir comment les producteurs perçoivent les effets des changements climatiques en relation avec la fertilité des sols et comment les stratégies sont –elles définies et/ou choisies pour atténuer la baisse de la fertilité des sols dans les exploitations agricoles au nord du Bénin. Le présent article tente de répondre à ces questions avec pour objectif d'analyser corrélativement la perception et les stratégies d'adaptation des producteurs de maïs aux changements climatiques.

## 2. Matériel et méthodes

### 2.1. Zone d'étude et potentiel en production de maïs

Cette étude a été réalisée au Nord du Bénin notamment dans les départements du Borgou et de l'Alibori. L'intérêt de conduire les investigations dans cette partie du pays s'explique par sa vulnérabilité extrême aux changements climatiques et son rôle de "grenier" du pays à travers sa forte production agricole diversifiée. L'activité principale dans la zone d'étude est

l'agriculture axée sur les productions de maïs en rotation avec le coton. Le maïs, aliment de base le plus consommé dans tout le pays, y est produit en majorité dans toutes les localités. Au cours de la campagne agricole 2019-2020, la production annuelle de maïs au Bénin est de 1 500 000 tonnes (FAOSTAT, 2019) dont 70% provient du nord-Bénin. Les principales cultures sont le maïs (*Zea mays*), le coton (*Gossypium hirsutum*), le sorgho (*Sorghum bicolor*), l'igname (*Dioscorea alata*) et le mil (*Pennisetum glaucum*). Le Nord Bénin compte quatre zones agro écologiques sur les huit que compte le pays (Gnanglè *et al.*, 2012). Trois (03) zones agro-écologiques ont été prises en compte sur les quatre (04) que compte le Nord-Bénin. Dans chaque zone agro-écologique, une commune a été choisie en fonction de l'importance de la culture du maïs, avec le soutien des agents du conseil agricole. Ce faisant, les communes de Malanville, de Banikoara, et de Bembèrèkè ont été sélectionnées dans les zones agro-écologiques 1, 2 et 3 respectivement. Ces Communes sont respectivement situées entre 11°50' et 12° de latitude Nord et 2°45' et 3°40' de longitude Est ; 10°50' et 11°30' de latitude Nord et 2° et 2°40' de longitude Est ; puis 09°58' et 10°40' de latitude Nord et entre 02°04' et 03° de longitude Est (Figure 1).

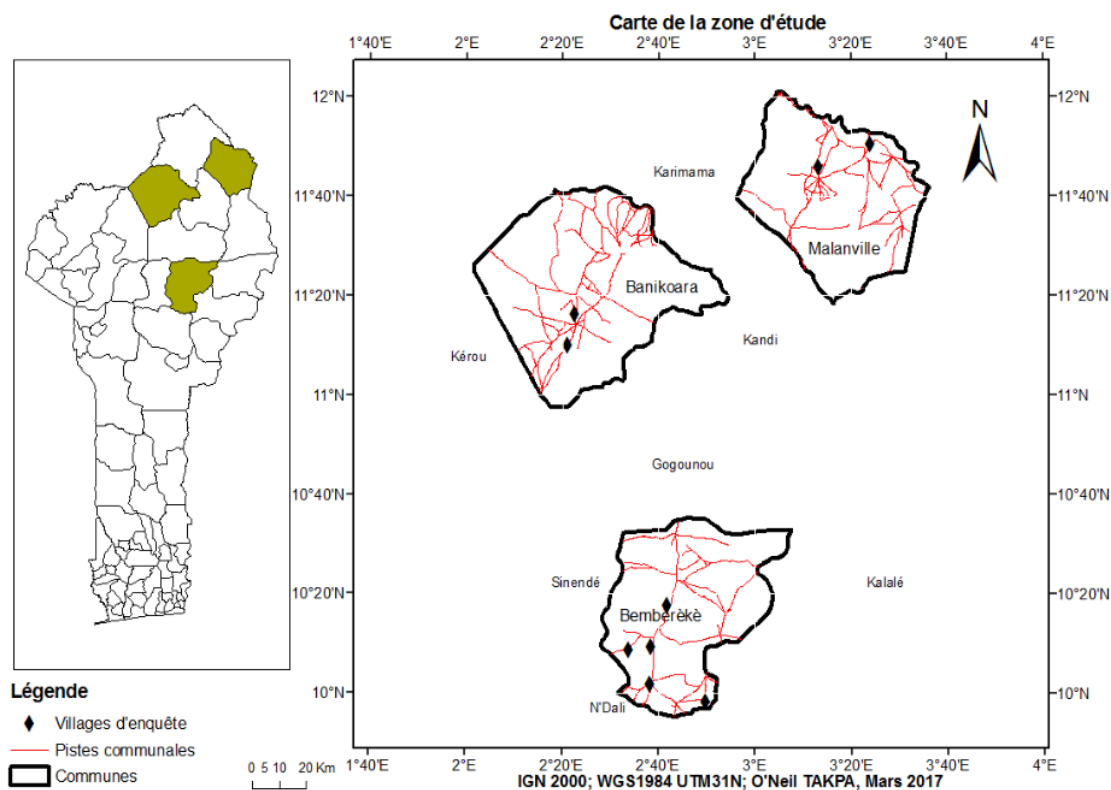


Figure 1 : Secteur d'étude

Figure 1: Map of the study area

## 2.2. Echantillonnage

Basé sur l'importance de la culture du maïs et de la facilité d'accès dans les milieux, deux (02) villages représentatifs ont été choisis dans deux communes et cinq (5) dans la troisième commune à l'aide des agents de vulgarisation agricole. En conséquence, les villages de Koara-Tedji et Isséné (commune de Malanville), Bouhanrou et OUNET (commune de Banikoara) et, Guéré, Pédarou, Guessou-Sud, Goua et Ina (commune de Bembéréké) ont été sélectionnés. Dans la commune de Bembéréké, trois villages (Guessou-Sud, Goua et Ina) abritant les essais de démonstration de différentes pratiques de fertilisation ont été ajoutés. Les unités d'observations sont les exploitations agricoles représentées par le chef d'exploitation. Par village sélectionné, un échantillon de 20 à 32 producteurs de maïs a été constitué de manière aléatoire à partir des résultats du recensement en utilisant la table des nombres aléatoires. Au total 262 maïsiculteurs ont été enquêtés dans lesdites localités.

## 2.3. Collecte et analyse des données

De façon générale, les principales données collectées auprès des producteurs échantillonnés sont celles relatives aux caractéristiques socio-économiques, la perception des effets du changement climatique, la perception de la baisse de la fertilité des sols, les stratégies d'adaptation et de fertilisation des sols, etc. Au cours de ces enquêtes, des questionnaires ont été administrés aux producteurs échantillonnés. La collecte des données a été réalisée à travers des enquêtes sous forme d'entretiens structurés. Par ailleurs des triangulations de sources d'information et des observations participantes ont permis de réduire les biais liés à la collecte des données et d'augmenter ainsi la fiabilité des données collectées.

Les statistiques descriptives (calculs de moyennes, distribution des fréquences, comparaison de moyennes, tests de khi-deux, et de t-student, etc.) ont été utilisées pour analyser les caractéristiques socioéconomiques des enquêtés.

La décision d'adoption d'une technologie est dichotomique ; où le producteur peut décider d'utiliser ou non la technologie. L'adoptant a été défini comme le producteur qui utilise la technologie - c'est-à-dire la stratégie d'adaptation. La décision d'adopter une technologie est considérée comme variable dépendante qualitative dans une régression dont la valeur est 0 ou 1 et qui dépend des caractéristiques de l'adoptant. L'approche utilisée dans l'analyse des facteurs déterminants l'adoption est estimée par un modèle qui permet de prédire la décision d'un agent économique d'adopter ou non une technologie donnée qui lui est proposée. La décision est aussi fonction des caractéristiques

socioéconomiques et démographiques du décideur. La revue de littérature sur les études d'adoption permet de distinguer au moins trois types de modèles couramment utilisés pour analyser la décision d'adopter une technologie agricole : les modèles de probabilité linéaire, de logit, de probit et de tobit. En ce qui concerne l'analyse des déterminants du choix ou de la décision des producteurs d'opérer des ajustements ou des modifications, deux modèles (Logit et Probit) sont couramment utilisés Yegbemey *et al.*, 2014). Le modèle le plus utilisé qui explique mieux le processus de diffusion est la fonction logistique (Program *et al.*, 1993). Toutefois, l'estimation de ce dernier selon (Ahouandjinou *et al.*, 2010) pose le problème d'indépendance des alternatives non pertinentes ou "Independence from Irrelevant Alternatives (IIA)". Mais, cette contrainte peut être levée par le probit multinomial selon la nature des variables dépendantes dichotomique muette ou à plus de deux modalités. Le modèle à utiliser dans cette étude est donc un modèle probit multinomial (Hausman and Wise, 1978; Wooldridge, 2000). Ces modèles se présentent sous la forme générale :

$$A_i = f(Z_i) \quad [1]$$

Où  $A_i$  et  $Z_i$  représentent respectivement la décision d'adaptation du producteur  $i$  et un ensemble de caractéristiques démographiques et socio-économiques du même producteur  $i$ . La plus simple manière d'intégrer la perception des producteurs (P) dans le précédent modèle est de l'exprimer sous la forme :

$$A_i = f(Z_i, P_i) \quad [2]$$

Cependant puisque la perception elle-même apparaît comme une variable exogène (fonction d'un certain nombre de caractéristiques propres à l'individu), l'estimation de l'équation [2] peut présenter des biais. Mieux, selon Maddison (2006) repris par Gbetibouo, (2009), la perception est un pré-requis à l'adaptation (Yegbemey *et al.*, 2014). En d'autres termes il faut percevoir avant de s'adapter. Du coup il ne se pose plus un problème d'endogénéité ou d'exogénéité mais plutôt de sélection : Adaptation si perception. Ainsi, comme l'ont proposé Maddison (2006) suivi par Gbetibouo (2009), un modèle sélectif tel que le modèle Probit de Heckman permet de mieux explorer la décision d'adaptation des producteurs en relation avec leur perception. Ce faisant, le modèle général devient :

$$A_i = f(Z_i) \text{ si et seulement si } P_i > 0 \quad [3]$$

La forme ainsi définie est basée sur les deux principales variables : l'adaptation (A) et la perception (P). Considérant  $j$  et  $j'$  les caractéristiques démographiques et socio-économiques liées aux producteurs et capables de déterminer respectivement la décision d'adaptation (caractéristiques notées X) et la perception (caractéristiques notées Y), le modèle économétrique qui en sort est :

$$A_i = \alpha_0 + \sum_j \alpha_j x_{ij} + u \tag{4}$$

si et seulement si  $P_i = \beta_0 + \sum_{j'} \beta_{j'} y_{ij'} + v > 0$

Dans ce modèle,  $A_i$  est la décision d'adaptation (1=Adapte, 0=N'adapte pas) du producteur  $i$  et  $P_i$  sa probabilité de perception définie comme une variable dichotomique muette (1=Perçoit, 0=Ne perçoit pas).  $\alpha$  et  $\beta$  sont les paramètres à estimer. Enfin  $u$  et  $v$  les termes d'erreurs. En somme il revient à la forme simplifiée :

$$A = \alpha X + U \tag{5}$$

$$P = \beta Y + V \tag{6}$$

Où  $X$  est un  $j$ -vecteur de caractéristiques démographiques et socio-économiques pouvant influencer la décision d'adaptation,  $Y$  est un  $j'$ -vecteur de caractéristiques démographiques et socio-économiques pouvant déterminer la perception,  $U$  et  $V$  les termes d'erreur suivant conjointement une distribution normale, indépendamment de  $X$  et  $Y$ . Il faudrait rappeler que  $A$  n'est

observé que si  $P > 0$ . Ainsi, la variable dépendante est définie comme :

$$\begin{aligned} &A \text{ observé si } P > 0 \\ &A \text{ est une donnée manquante si } P \leq 0 \end{aligned} \tag{7}$$

Partant de ces spécifications et des observations de terrain, les caractéristiques des exploitants telles que l'activité secondaire, le nombre d'actifs agricoles, l'expérience en agriculture, le droit de propriété des terres exploitées, l'accès au crédit, l'appartenance à une organisation, le contact avec un service de vulgarisation ont été introduites dans le modèle d'adaptation et l'expérience en agriculture, le sexe, le niveau d'éducation, l'appartenance à une organisation de producteur dans le modèle sélection de la perception. Le tableau 1 montre les différentes variables considérées.

Le modèle Probit de Heckman a été utilisé pour l'estimation des paramètres ( $\alpha$  et  $\beta$ ). Ainsi à partir des signes des valeurs estimées et des probabilités données par le modèle, les déterminants de la perception et de l'adaptation des producteurs au changement climatique ont été identifiés. Il faudrait aussi noter qu'un modèle globalement significatif traduit que l'adaptation est conditionnée par la perception.

Tableau 1 : Variables introduites dans les modèles de régression

Table 1: Variables introduced in the regression model

Variables	Types a	Modalités	Signes attendus
Modèle d'adaptation			
Nombre d'actifs agricoles	C	--	+
Niveau d'éducation primaire	D	Non = 0 ; Oui= 1	+
Droit de propriété sur la terre	D	Non = 0 ; Oui= 1	+
Alphabétisation	D	Non = 0 ; Oui= 1	+
Appartenance à une organisation	D	Non = 0 ; Oui= 1	+
Modèle de perception (modèle de sélection)			
Association légumineuse-maïs	D	Non = 0 ; Oui= 1	±
Niveau d'éducation primaire	D	Non = 0 ; Oui= 1	+
Nombre d'actifs agricoles	C	--	+
Appartenance à une organisation	D	Non = 0 ; Oui= 1	+

<sup>a</sup>Types : D = Variables discontinues ; C = Variables Continues

### 3. Résultats

#### 3.1. Caractéristiques socio-économiques des enquêtés

Les variables introduites dans les modèles de régression sont aussi bien discontinues que continues. Le tableau 1 présente les statistiques descriptives de ces variables. Tous les enquêtés sont en majorité des hommes et des musulmans. Ceci indique que la culture de maïs dans la le secteur d'étude est une activité qui relève principalement de la compétence des hommes. Les producteurs enquêtés sont de deux (02) groupes sociolinguistiques (Baatonou et Dendi) avec la dominance du groupe sociolinguistique Baatonou. Ainsi, on note un faible taux (38,5%) d'alphabétisation des enquêtés dans la zone d'étude. Le taux le plus élevé (21,40%) est enregistré dans la commune de Bembèrèkè et le plus faible (5,30%) est observé dans la commune de Malanville. Dans la zone d'étude, 74% des enquêtés appartiennent à au moins une organisation de village. Ces organisations sont des forts canaux de communication. Plus que la moitié des enquêtés (62%) ont un contact avec au moins un service de vulgarisation contre 38% qui n'ont pas de contact, et très peu (19,8%) de ces enquêtés ont reçu une formation sur la fertilisation des sols.

Par ailleurs, le mode de faire valoir le plus prépondérant dans la zone est l'héritage. En effet, environ 66% des enquêtés ont acquis leur terre ou une partie de leurs terres par héritage. L'achat de terre à Malanville n'existe pas mais est pratiquée dans les autres zones de l'étude. S'intercale entre ces deux modes le don (8%) et la location (5,4%). Avec un taux de 17%, les autres formes de mode de faire-valoir sont le métayage, les prêts sans contrepartie, l'utilisation des terres de la zone située entre deux entités géographiques, le gage, l'emprunt.

Afin d'exploiter les espaces agricoles, les agriculteurs ont des droits sur les terres. De façon générale, environ 82% des enquêtés ont affirmé avoir la propriété foncière des terres exploitées. Ce taux élevé sur la propriété foncière pourrait être expliqué par le fait que les agriculteurs obtiennent principalement leurs terres par héritage où se considèrent propriétaires fonciers car ils sont les utilisateurs à long terme. Ce droit de propriété leur confère certains droits sur les terres exploitées. Dans le cas de cette étude 81% des unités d'enquête possèdent le droit de couper des arbres/planter sur leurs champs. 81% peuvent aussi donner en héritage à leur progéniture. Ces deux droits sont des caractéristiques typiques de la propriété foncière dans le nord du Bénin.

En moyenne, les enquêtés ont environ 43,52 ( $\pm 11,59$ ) ans. Les hommes (43,56  $\pm 11,72$ ) sont un peu âgés que les femmes (43,50  $\pm 7,92$  années en moyenne). Le nombre d'actifs agricoles moyen dans un ménage du secteur d'étude est de 09 ( $\pm 6$ ) personnes. Les ménages

ayant un plus grand nombre d'actifs agricoles se trouvent dans les communes de Banikoara (10 actifs) et de Malanville (10 actifs), et le plus petit nombre dans Bembèrèkè (08 actifs). Les enquêtés ont en moyenne 19,67 ( $\pm 9,617$ ) ans d'expérience dans l'agriculture. Les producteurs les plus expérimentés se trouvent dans la commune de Bembèrèkè et les moins expérimentés sont dans la commune de Banikoara.

#### 3.2. Perception des producteurs de la variabilité climatique

Dans le secteur d'étude, presque tous les producteurs (99,2%) ont perçu des changements climatiques au cours de ces dix (10) dernières années (2006-2016) dans leurs systèmes de production agricoles (Tableau 2-1). Ces changements s'observent au niveau des hauteurs pluviométriques, de la température, du vent et de la disparition dans le paysage agro-écologique concerné de certains arbres et animaux (Tableau 2). Les producteurs constatent la baisse du rendement, de la fertilité des sols, le changement du calendrier pluvieux comme impacts du changement climatique. L'analyse des résultats d'enquête du terrain montre que tous les producteurs ayant perçus le changement climatique ont remarqué des variations au niveau des précipitations (99,2% des enquêtés), des températures (90,8%) et des autres facteurs (80,2%) comme l'apparition des vents violents, la disparition de certaines espèces végétales et animales spéciales, etc.

En ce qui concerne la diminution des hauteurs pluviométriques, parmi tous les producteurs ayant perçu ce phénomène, 42,5% des producteurs l'ont perçu intensivement au cours des dix dernières années (Tableau 2-2). Le reste a perçu la diminution des hauteurs pluviométriques moyennement (26,3%), faiblement (20,5%), très faiblement (1,5%) et très intensivement (9,3%). Les inondations et sécheresse (98,5%), la longueur des saisons (99,2%) et le décalage des saisons (99,2%) sont également identifiés comme les conséquences du changement climatiques au Nord-Bénin par les producteurs de maïs (Tableau 2-2). Quant aux inondations et sécheresses, les producteurs l'ont perçu différemment avec des scores variant de "très faiblement (1,9%) à intensivement (30,7%). 45,3% et 35,3% des producteurs ont observé de modification au niveau de la longueur des saisons avec des scores respectivement faibles et moyenne tandis que 2,7% et 1,2% l'ont perçu très faiblement et très intensivement de façon respectivement (Tableau 2-2). La modification des fréquence/répartition des pluies (plus tôt, plus tard, sporadiques) est également perçu avec des scores faibles (26,3%), moyens (30,9%) et intense (36,3%) par les maïsiculteurs (Tableau 2-2).

Tableau 2 : Appréciation de la perception de changements climatiques par les enquêtés en (%)

Table 2: Appreciation of the perception of climate change by respondents

1) Perceptions du changement climatique par les producteurs pendant ces dix (10) dernières années.				
Modalités		Précipitation	Température	Autres facteurs
Ont perçu		99,2	90,8	80,2
N'ont pas perçu		0,8	9,2	19,5
2) Perception des changements relatifs à la pluie au cours des dix dernières années				
	Diminution	Inondation/sécheresse	Fréquence/répartition des pluies	Longueur des saisons
Ont perçu	99,2	98,5	99,2	99,2
N'ont pas perçu	0,8	1,5	0,8	0,8
3) Appréciation de la variabilité et des changements climatiques au sein de leur exploitation				
	Faible	Moyen	Bonne	
Appréciation de la pluviométrie de la campagne dernière	27,3	53,1	19,6	
Appréciation de la pluviométrie de la campagne en cours	26,9	45	28,1	
Appréciation de la répartition de la pluie de la campagne dernière	42,3	42,7	19,2	
Appréciation de la répartition de la pluie de la campagne en cours	45	37,3	17,7	
Appréciation des rendements de la campagne en cours	33,5	40,8	25,8	
Appréciation des rendements de la campagne dernière	38,1	42,7	19,2	

La pluviométrie de la campagne dernière est faible pour certains producteurs (27,3%) et bonne pour d'autres (19,6%). Plus la moitié (53,1%) de ces producteurs a jugé moyenne la pluviométrie de la campagne dernière (Tableau 2-3). Quant à la répartition de la pluie, 42,3% des producteurs ont perçu ça faiblement et 48,8% l'ont également perçu moyennement dans le secteur d'étude (Tableau 2-2).

Le tableau 2 montre que la hauteur pluviométrique et la répartition de la pluie de la campagne en cours (2015-2016) est moyenne et faible pour la majorité (45%) des producteurs respectivement. Se basant sur la tendance et les aspects de la variabilité et des changements climatiques, 33,5% des producteurs projettent des rendements faibles tandis que 25,8% projettent de bons rendements.

### 3.3. Stratégies générales d'adaptation au changement climatique

Au Nord Bénin, plusieurs stratégies sont développées par les producteurs pour s'adapter à la variabilité

et les changements climatiques (Figure 2). 92,3% des producteurs ayant perçu le changement climatique ont utilisé des stratégies pour s'y adapter (Figure 2). Les adoptants ont eu des informations sur ces stratégies d'adaptation à la radio/mass-média (6,9%), auprès de services de vulgarisation (12,6%), chez des proches, parents ou amis (36,6%), au niveau des organisations paysannes (1,5%), auprès des chercheurs (1,9%), et projets/ONG/programmes (32,8%). Les stratégies répertoriées lors de l'étude ont été regroupées en six classes en fonction de la nature des ressources qu'elles impliquent à savoir : (1) diversification des cultures, (2) modification des dates de semis, (3) stratégies de fertilisation dont la technique de microdose, (4) utilisation de nouvelle variété productive, (5) l'abandon ou l'introduction, la diminution ou l'extension de certaines spéculations et (6) autres adaptations comme les prières et rituels traditionnels, le crédit, les migrations des producteurs (Figure 2).

Il ressort que les stratégies les plus adoptées dans le secteur d'étude sont celles de la diversification des cultures (88% des enquêtés), la modification des dates de

semis ou du calendrier agricole (91,4% des enquêtés) et d'autres (70,3% ; Figure 2). Les stratégies de fertilisation (63,8% des enquêtés) et l'utilisation de nouvelles variétés productives (43,5% des enquêtés) sont également utilisées par les producteurs pour s'adapter aux changements climatiques. Quant à l'abandon ou l'introduction, la diminution ou l'extension de certaines spéculations, ce groupe est peu utilisé par des producteurs (34,7%) dans le Nord-Bénin. En effet, le groupe 1

(diversification des cultures) et le groupe 2 (modification des dates de semis) renferment les modes et techniques de cultures visant soit à réduire la durée du cycle de la plante par l'utilisation des variétés précoces et la variation des doses d'engrais, soit à changer ou ajuster le calendrier agricole par le changement des dates de semis.

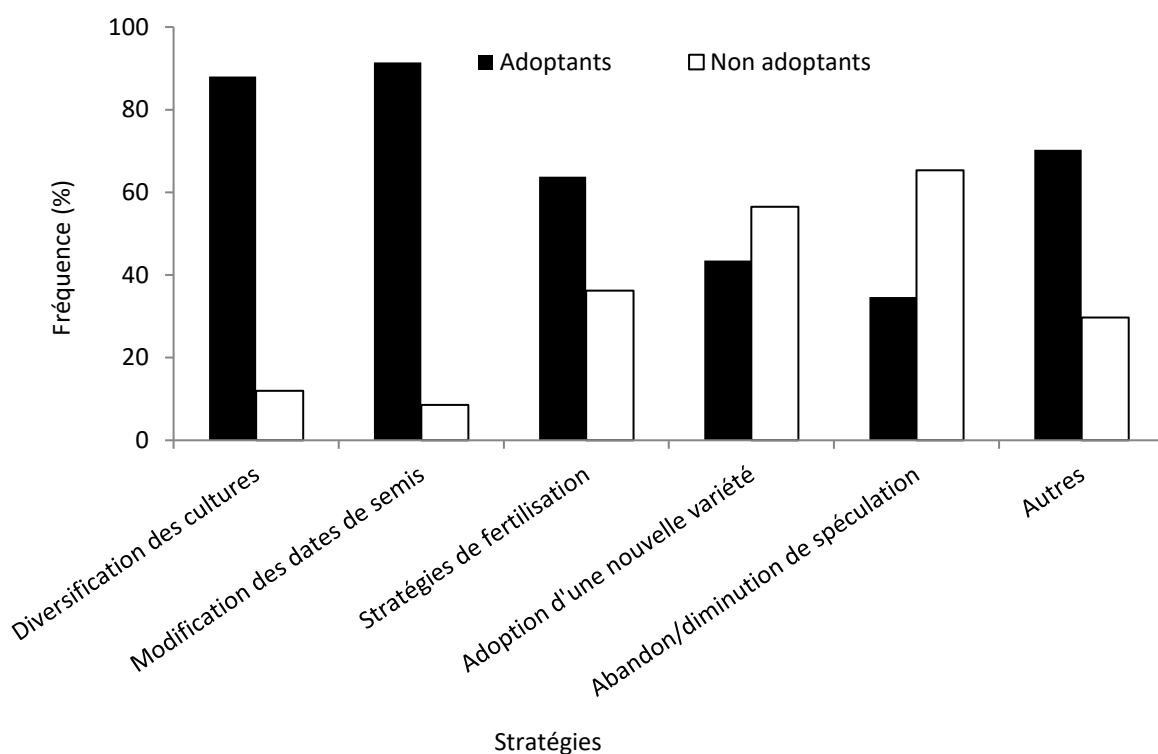


Figure 2 : Stratégies d'adaptation répertoriées dans la zone d'étude

Figure 2: Adaptation strategies listed in the study area

### 3.4. Stratégies de fertilisation et rationalité

Les producteurs appliquent de l'engrais minéral selon le niveau de la fertilité initiale des sols et les coûts d'achat des engrais (Tableau 3). Il ressort du tableau 3 que tous les producteurs de Banikoara utilisent de l'engrais lorsque le sol est naturellement pauvre ; 84% des producteurs utilisent de l'engrais sur le sol naturellement fertile ; 87% des enquêtés n'utilisent pas de l'engrais sur les sols érodés car pour certains producteurs c'est une perte de temps et d'énergie. Ceux qui appliquent d'engrais (13%) dans ses conditions ont une méthode qu'ils utilisent pour que les eaux de ruissellement n'emportent pas les engrais appliqués. En effet, toutes les communes utilisent au même degré de l'engrais quelles que soient les coûts d'achat ( $p > 0,05$ ).

Les producteurs réduisent ou augmentent la quantité d'engrais selon les conditions du sol et leur capacité financière. Sur les sols naturellement fertiles, 89% de ceux qui utilisent de l'engrais dans cette condition réduisent la quantité afin d'exploiter d'une manière durable cette fertilité selon leur raisonnement. Par contre, 92% des producteurs augmentent la quantité d'engrais (parfois voir le double ou le triple) sur les sols naturellement pauvres. Quand les sols sont érodés et le coût des engrais élevé, 64,7% et 84,4% des producteurs réduisent la quantité d'engrais.

Les producteurs rationalisent l'utilisation des engrais selon les conditions des hauteurs pluviométriques et de semis (Tableau 3). Lorsque la hauteur pluviométrique est bonne, presque tous les producteurs (96,6%) n'utilisent pas de l'engrais ; qu'ils soient minéraux ou



organiques. Par contre, parmi ceux qui appliquent des engrais dans cette condition, certains producteurs (44,3% des enquêtés) appliquent de l'engrais minéral tout en réduisant la quantité apportée aux cultures et 51,1% des enquêtés augmente la quantité des engrais minéraux. Il faut notifier très peu (5,3%) des producteurs n'appliquent que l'engrais organique à leur culture dans cette circonstance (Tableau 3). En temps d'une inégale répartition spatio-temporelle des hauteurs pluviométriques, très peu de producteurs (5,7%) appliquent de

l'engrais aux cultures. La réduction et l'augmentation de la quantité d'engrais minéraux (sont des stratégies également observées). On constate qu'en semis précoce et tardif presque la moitié des producteurs (50%) réduisent la quantité d'engrais minéraux dans chacun des cas. Dans ces conditions, 34,7% et 48,5% des producteurs, respectivement augmentent la quantité d'engrais minéraux à appliquer.

Tableau 3 : Répartition des enquêtés (%) selon les stratégies de gestion des éléments nutritifs en réponse aux conditions édaphiques et pluviométriques

Table 3: Distribution of respondents according to nutrient management strategies in response to soil and rainfall conditions

A. Stratégies de gestion des éléments nutritifs en réponse aux conditions édaphiques					
Conditions	Modalités	Malanville	Banikoara	Bembèrèkè	Total
Sol naturellement fertile	Non	10,9	17,2	17,9	16
	Oui	89,1	82,8	82,1	84
Sol naturellement pauvre	Non	4,7	0	4,5	3,4
	Oui	95,3	100	95,5	96,6
Sol érodé	Non	81,3	92,2	87,3	87
	Oui	18,8	7,8	12,7	13
Coût d'engrais élevé	Non	21,9	34,4	35,1	31,7
	Oui	78,1	65,6	64,9	68,3

B. Stratégies de gestion des éléments nutritifs en réponse aux conditions pluviométriques				
Conditions	Non utilisation d'engrais	Utilisation d'engrais	Réduction de la quantité d'engrais	Augmentation de la quantité d'engrais
Bonne pluviométrie	3,4	5,3	44,3	51,1
Mauvaise pluviométrie	5,7	5,3	58	33,6
Semis précoce	6,1	4,2	55,3	34,7
Semis tardif	5,7	3,1	43,5	48,5

### 3.5. Facteurs déterminant la perception et l'adaptation au changement climatique

Les résultats du modèle sélectif Probit de Heckman utilisé pour déterminer les principaux facteurs qui influencent le processus de perception et d'adaptation du producteur au Nord Bénin sont résumés dans le tableau

4. Il ressort de l'analyse du tableau, que le modèle est globalement significatif à 5%. On peut donc affirmer que la perception est un pré-requis, un préalable pour l'adaptation. Ainsi, le droit de propriété des terres exploitées, l'appartenance à une organisation de producteurs ont un effet positif significatif sur l'adaptation du producteur au changement climatique tandis que le

niveau d'éducation primaire a un effet négatif significatif sur la décision d'adaptation du producteur au changement climatique. Quant aux variables nombre d'actifs agricoles et pratique de l'association maïs-légumineuse, elles sont significatives et ont un effet négatif sur la perception du producteur au changement climatique face à la baisse de la fertilité des sols. Le niveau d'alphabétisation du producteur introduit dans le modèle de sélection de la perception n'est pas significatif.

**L'appartenance, à une organisation de producteurs**, a un effet positif et significatif à 5% sur l'adaptation. En effet, les groupements villageois plus spécifiquement les associations de producteurs bénéficient des formations de la part des partenaires au développement par le biais des ONG, des projets et programmes de développement agricole. Ces différentes structures constituant des canaux de partage d'information et de sensibilisation, les producteurs sont sensibilisés sur les stratégies d'adaptation afin d'atténuer les effets du changement climatique. A cela s'ajoute le fait qu'une des conditions de l'atteinte du développement local participatif est l'implication massive et active de toutes les structures et organisations. Ainsi toute institution de développement rural n'intervient que par le biais des instances dirigeantes présentes au niveau local parmi lesquelles figurent les organisations et groupements de producteurs. Ceci pourrait expliquer le fait que l'appartenance du producteur à une association locale ou

groupement de producteurs facilite sa prise de décision à s'adapter au changement climatique. **Le niveau d'éducation primaire** du producteur a un effet négatif significatif au seuil de 10% sur la décision d'adaptation au changement climatique. Plus le niveau d'instruction du producteur est faible, plus il décide de s'adapter. **Le nombre d'actif agricole** a un effet négatif et significatif au seuil de 10% sur la perception du changement climatique. Plus le producteur a d'actif agricole au sein de son exploitation, moins il perçoit le changement climatique. **Le droit de propriété** sur les terres cultivables est significatif au seuil de 10% avec un impact positif sur l'adaptation au changement climatique. Le producteur propriétaire de la terre cultivable adopte facilement des stratégies pour faire face aux aléas climatiques. Du fait qu'il soit le propriétaire de sa terre, il peut donc décider d'utiliser telle stratégie ou toute autre avec ou sans l'aval des autres producteurs ou d'un individu quelconque. **La pratique de l'association maïs-légumineuse** dans leur système cultural a un effet négatif et significatif à 10% sur la perception du producteur au changement climatique. Plus le producteur adopte cette pratique moins il est vulnérable au changement climatique. En effet, il perçoit moins un changement à cause de la présence des légumineuses comme le soja, le pois d'Angole ou l'arachide qui sont des plantes fertilisantes ; apportant ainsi au sol des éléments azotés (nodosités) qu'elles captent dans l'atmosphère.

Tableau 4 : Résultats du Probit de Heckman

Table 4 : Results of Heckman's probit analysis

Variables	Output modèle (Adaptation)				Modèle de sélection (Perception)			
	Coefficient	Erreur Type	T	P>t	Coefficient	Erreur Type	T	P>t
Niveau d'éducation primaire	-0,672**	-0,263	-2,56	0,011	0,384	0,279	1,38	0,169
Nombre d'actifs agricoles	0,013	0,021	0,62	0,535	-0,091**	0,045	-2,03	0,043
Droit de propriété sur la terre	0,521*	0,278	1,87	0,061	--	--	--	--
Appartenance à une organisation	0,599**	0,254	2,36	0,018	0,541	0,105	0,51	0,609
Alphabétisation	0,157	0,262	0,60	0,547	--	--	--	--
Association maïs-légumineuse	---	---	---	---	-1,700*	0,981	-1,73	0,083
Constante	0,815***	0,305	2,67	0,008	4,193	1,219	3,44	0,001
Résumé du modèle	Nombre d'observations = 262 Degré de liberté (ddl) = 259 F = 3,94** Prob > F = 0,0031							

\* : Valeurs significatives à 10% ; \*\* : Valeurs significatives à 5% \*\*\* : Valeurs significatives à 1%

## 4. Discussion

Les résultats révèlent que les producteurs perçoivent le changement climatique par les modifications des hauteurs pluviométriques, de la température et d'autres facteurs. Ces résultats sont conformes à d'autres travaux effectués en Afrique (Ayedegue *et al.*, 2020 ; Kouadio *et al.*, 2018 ; Gemeinne *et al.*, 2017 ; Katé *et al.*, 2015) qui montrent que la plupart des agriculteurs perçoivent les variations inhabituelles des hauteurs pluviométriques et l'augmentation des températures réduites comme effets du changement climatique.

Des résultats obtenus, il ressort que 90% des producteurs perçoivent le changement climatique par la température. Ainsi ils viennent corroborer le taux de 92% obtenu par Tambo et Abdoulaye (2013) auprès des petits agriculteurs au Nigéria. Le diagnostic fait sur les effets du changement climatique au Bénin, montre que la sécheresse, les pluies tardives et violentes et les inondations sont trois risques climatiques majeurs (Ayedegue *et al.*, 2020). Ces facteurs se manifestent à travers le démarrage tardif et/ou une mauvaise répartition et la baisse des hauteurs de pluies ; la diminution du nombre de jours de pluies ; la rareté ou disparition assez rapide des périodes de crue et une chaleur plus intense et accablante (Katé *et al.*, 2016 ; Yegbemey *et al.*, 2014) ce qui est en concordance avec les résultats de l'étude. En effet ceux-ci, à l'issue de leurs travaux dans le Nord-Bénin avaient affirmé que les populations locales perçoivent le changement climatique dans leur milieu à travers les risques climatiques que sont 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. Ces résultats sont également similaires à ceux de Adebisi *et al.*, 2020). Il en est de même que pour (Mertz *et al.*, 2009; Maddison, 2006; Gnanlè *et al.*, 2012) qui ont révélé que les ménages africains se rendent compte de la variabilité du climat et identifient le vent, le manque et l'excès de précipitation comme les facteurs plus destructifs. Les causes de ces facteurs selon Vissoh *et al.* (2012) sont le plus souvent liées aux normes et aux croyances locales (le non-respect des rituels et des normes sociales, le non-respect des divinités, les pratiques occultes de neutralisation des nuages et la déforestation). Ces différentes manifestations du changement du climat perçues par la quasi-totalité des producteurs ont des effets néfastes sur la production agricole. Ceci les a amenés à s'adapter en adoptant des stratégies tout en augmentant ou en réduisant la quantité des fertilisants, en diversifiant les pratiques culturales pour obtenir de meilleurs rendements. En règle générale, les méthodes utilisées par les agriculteurs des adaptations sont directement liées aux changements perçus dans les répartitions des hauteurs pluviométriques, ce qui corrobore les arguments selon lesquels la perception des agriculteurs influe sur le type de méthodes d'adaptation

qu'ils adoptent (N'guessan *et al.*, 2019). Ces résultats corroborent aussi ceux trouvés par Kassie, (2014) qui révèle qu'en réponse aux impacts perçus, les ménages agricoles mettent en œuvre différentes stratégies d'adaptation. Les producteurs ne développant aucune stratégie d'adaptation ont mentionné, entre autres, le manque d'information sur les stratégies d'adaptation et les contraintes financières comme principales barrières à l'adaptation (Yégbémey *et al.*, 2014). Ceci s'apparente aux résultats trouvés par Tambo et Abdoulaye (2013) qui affirment que certains agriculteurs sont confrontés à des limitations dans l'adaptation en raison du manque d'information sur le changement climatique, les mesures d'adaptation appropriées et le manque de crédit. De plus, elle rejoint les résultats de Kassie (2014) qui a souligné certaines contraintes comme le manque de technologies abordables, les coûts élevés des intrants agricoles, le manque d'informations fiables sur les prévisions météorologiques et l'insécurité foncière identifiées comme des facteurs limitant la capacité d'adaptation des agriculteurs puisque l'agriculteur a besoin d'une certaine sécurité sur ses terres pour adapter des stratégies sur de long terme.

Pour l'amélioration du niveau de prospérité des producteurs, étant un élément clé de leur adaptation à la baisse de la fertilité des sols face aux changements climatiques (Katé *et al.*, 2014), les producteurs utilisent plusieurs stratégies après avoir perçus ces changements.

Le niveau d'éducation primaire et le droit de propriété à la terre sont positivement et significativement influencés par la probabilité d'opter pour des stratégies d'adaptation. Hormis le niveau d'éducation primaire, ces résultats sont similaires à ceux de Fosu-Mensah (2012) dont l'étude a révélé que l'accès aux services de vulgarisation, le crédit, la fertilité du sol et le régime foncier sont les quatre facteurs les plus importants qui influencent la perception et de l'adaptation des agriculteurs. Ceci montre le rôle important du droit de propriété à la terre dans la promotion de l'adaptation pour réduire l'impact négatif du changement climatique dans les systèmes de production agricole.

## 5. Conclusion

Les résultats de l'étude indiquent que les producteurs sont bien conscients du changement climatique et prennent des mesures d'adaptation pour réduire son impact. Cependant 7,7% par manque d'information sur les stratégies d'adaptation et faisant face à des contraintes financières n'ont pris aucune mesure d'adaptation pour réduire ses impacts. L'étude a également révélé que le niveau d'éducation primaire, le droit de propriété à la terre et l'appartenance à une organisation ont tous des répercussions importantes sur l'adaptation au changement climatique. Le nombre d'actifs agricoles et l'alphabétisation n'ont pas une influence significative sur les mesures d'adaptation dans le secteur d'étude. Par

conséquent, les politiques gouvernementales qui visent à promouvoir des stratégies d'adaptation au changement climatique doivent tenir compte de ces facteurs pour améliorer les chances des mesures d'adoption des producteurs afin de minimiser les effets néfastes des changements climatiques sur la production agricole. Compte tenu de l'insuffisance de suivi des différentes organisations existantes de producteurs, il est essentiel que le gouvernement du Bénin assure la formalisation des organisations et la mise sur pied d'un dispositif de suivi régulier des activités de ces organisations et l'amélioration des connaissances et des compétences du personnel de vulgarisation existants sur le changement climatique et les stratégies d'adaptation. Le regroupement des producteurs en associations, canaux de partage et d'apprentissage des connaissances semble être un élément clé d'une diffusion réussie des stratégies d'adaptation au changement climatique.

## REMERCIEMENTS

Cette recherche a été financée par le Projet de Productivité Agricole en Afrique de l'Ouest (PPAAO) - Bénin, à qui nous adressons nos sincères remerciements.

## CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

Rôles	Noms des auteurs
Conception de l'étude	G.P. Tovihoudji, P.B.I. Akponikpe, J.A. Yabi
Collecte des données	O.G.M.M. Takpa, N. Ollabode
Analyse des données	O.G.M.M. Takpa, G.P. Tovihoudji, N. Ollabode
Acquisition de financement	G.P. Tovihoudji
Méthodologie	O.G.M.M. Takpa, G.P. Tovihoudji, N. Ollabode
Gestion du projet	G.P. Tovihoudji
Supervision	G.P. Tovihoudji, P.B.I. Akponikpe, J.A. Yabi
Rédaction manuscrit initial	O.G.M.M. Takpa
Révision et édition manuscrit	G.P. Tovihoudji, P.B.I. Akponikpe, J.A. Yabi

## CONFLIT D'INTERET

Les auteurs n'ont déclaré aucun conflit d'intérêt.

## REFERENCES

- Adebiyi K. D. Maiga-Yaleu S. Issaka K. Ayena M. & Yabi J. A. 2019. 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. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 13(2): 998-1010.
- Agossou D.S.M. Tossou C.R. Vissoh V.P. & Agbossou K.E. 2012. Perception des perturbations climatiques, savoirs locaux et stratégies d'adaptation des producteurs agricoles Béninois. *Afr. Crop Sci. J.* 20: 565-588.
- Ahouandjinou M.C. Adegbola P.Y. Yabi J.A. & Adekambi S.A. 2010. Adoption et Impact Socio-Economique de la semi-mecanisation du Procédé de Transformation des Amandes de Karite en Beurre au Nord-Benin. *Contrib. Pap. Present. Jt. Afr. Assoc. Agric. Econ. AAAE Agric. Econ. Assoc. South Afr. AEASA Cape Town South Afr.* 1-27.
- Ajzen I. Fishbein M. 1975. *Belief, attitude, intention and behavior: An introduction to theory and research.* Reading, MA: Addison-Wesley.
- Akpo M. A. Saidou A. Balogoun I. Yabi I. & Bigou L. B. 2016. Evaluation de la performance des pratiques de gestion de la fertilité des sols dans le bassin de la Rivière Okpara au Benin. *European Scientific Journal*, 12(33) : 370-390.
- Amonmidé I. Dagbenonbakin G. Agbangba C. E. & Akponikpe P. 2019. Contribution à l'évaluation du niveau de fertilité des sols dans les systèmes de culture à base du coton au Bénin. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 13(3): 1846-1860.
- Bryan E. Deressa T.T. Gbetibouo G.A. Ringler C. 2009. Adaptation to climate change in Ethiopia and South Africa: options and constraints. *Environ. Sci. Policy* 12: 413-426.
- Dedjan Y.J. 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, 126 p.
- Deressa T.T. Hassan R.M. 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.
- Diwediga B. Le Q.B. Emmanuel O. 2015. Perception of land degradation and Indigenous land management practices in Mo basin watershed, Togo. *Percept. Land Degrad. Indig. Land Manag. Pract. Mo Basin 193 Watershed Togo* 14: 193-199.
- Djohy G. L. Edja A. H. & Nouatin G. S. 2015. Variation climatique et production vivrière : la culture du maïs dans le système agricole péri-urbain de la commune de Parakou au Nord-Benin. *Afrique Science*, 11 (6):183-194.

- Fosu-Mensah B.Y. 2012. Modelling maize (*Zea mays* L.) productivity and impact of climate change on yield and nutrient utilization in sub-humid Ghana. Zentrum für Entwicklungsforschung.
- Gbaguidi A.A. Faouziath S. Orobiyi A. Dansi M. Akouegninou B.A. Dansi A. 2015. Connaissances endogènes et perceptions paysannes de l'impact des changements climatiques sur la production et la diversité du niébé (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) et du voandzou (*Vigna subterranea* (L.) Verdc.) au Bénin. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 9: 2520–2541.
- Gbetibouo G.A. 2009. Understanding farmers' perceptions and adaptations to climate change and variability: The case of the Limpopo Basin, South Africa. *Intl Food Policy Res Inst.*
- Gemenne F. Blocher J. M. D. De Longueville F. Vigil Diaz Telenti S. Zickgraf C. Gharbaoui D. & Ozer P. 2017. Changement climatique, catastrophes naturelles et déplacements de populations en Afrique de l'Ouest. *Geo-Eco-Trop : Revue Internationale de Géologie, de Géographie et d'Ecologie Tropicales*, 41(3).
- Gnanglè C.P. Glèlè Kakaï R. Assogbadjo A.E. Vodounnon S. Yabi J.A. Sokpon N. 2011. Tendances climatiques passées, modélisation, perceptions et adaptations locales au Bénin. Vol. 8.
- Gnangle P.C. Egah J. Baco M.N. Gbemavo C.D. Kakaï R.G. Sokpon N. 2012. Perceptions locales du changement climatique et mesures d'adaptation dans la gestion des parcs à karité au Nord-Bénin. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 6: 136–149.
- Hassan R. Nhemachena C. 2008. Determinants of climate adaptation strategies of African farmers: Multinomial choice analysis. *Afr. J. Agric. Resour. Econ.* 2: 83–104.
- Hausman J.A. Wise D.A. 1978. A conditional probit model for qualitative choice: Discrete decisions recognizing interdependence and heterogeneous preferences. *Econom. J. Econom. Soc.* 403–426.
- Kassie B.T. 2014. Climate variability and change in Ethiopia: exploring impacts and adaptation options for cereal production. Wageningen University.
- Kate S. Azontonde A. H. Dagbenonbakin G. D. & 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. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 10(1) : 120-133.
- Katé S. Dagbenonbakin G.D. Agbangba C.E. de Souza J.F. Kpagbin G. Azontondé A. Ogouwalé E. Tinté B. 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. *J. Appl. Biosci.* 82: 7418–7435.
- Kate S. Hounmenou C. G. Amagnide A. & Sinsin B. 2015. Effets des changements climatiques sur les activités agricoles dans la commune de banikoara (nord benin). *e-Journal of Science & Technology*, 10(2).
- Kemausuor F. Dwamena E. Bart-Plange A. Kyei-Baffour N. 2011. Farmers' perception of climate change in the Ejura-Sekyedumase district of Ghana. *ARPN J. Agric. Biol. Sci.* 6: 26–37.
- Kouadio E. N. Koffi E. K. Julien K. B. Messoum G. F. Brou K. & N'guessan D. B. 2018. Diagnostic de l'état de fertilité des sols sous culture cotonnière dans les principaux bassins de production de Côte d'Ivoire. *European Scientific Journal*, 14(33): 221-238.
- Maddison D. 2006. Environmental Kuznets curves: A spatial econometric approach. *J. Environ. Econ. Manag.* 51: 218–230.
- Mertz O. Mbow C. Reenberg A. Diouf A. 2009. Farmers' perceptions of climate change and agricultural adaptation strategies in rural Sahel. *Environ. Manage.* 43 : 804–816.
- N'guessan K. A. Kouakou K. E. Alui K. A. & Albert Y. A. O. 2019. Stratégies et pratiques paysannes de gestion durable de la fertilité des sols dans le département de Korhogo au Nord de la Côte d'Ivoire. *Afrique SCIENCE*, 15(4) : 245-258.
- Ouedraogo M. Dembélé Y. Somé L. 2010. Perceptions et stratégies d'adaptation aux changements des précipitations : cas des paysans du Burkina Faso. *Sécheresse*, 21 (2): 87-96.
- Program C.E. Maize I. Center W.I. 1993. The adoption of agricultural technology: a guide for survey design. CIMMYT.
- Sale A. Folefack D.P. Obwoyere G.O. Wati N.L. Lenzemo W.V., 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, 680–694.
- Sérès C. 2010. Changement climatique et agriculture d'élevage en zone de montagne : premiers éléments de réflexion. *Courr. Environ. INRA* 58: 21–36.
- Tambo J.A. Abdoulaye T. 2013. Smallholder farmers' perceptions of and adaptations to climate change in the Nigerian savanna. *Reg. Environ. Change* 13: 375–388.
- Van Den Ban E. Flensted-Jensen M. Schlichtkrull H. 1994. Basic harmonic analysis on pseudo-Riemannian symmetric spaces, in: *Non compact Lie Groups and Some of Their Applications*. Springer, pp. 69–101.
- Vissoh P.V. Tossou R.C. Dedehouanou H. Guibert, H., Codjia, O.C., Vodouhe, S.D., Agbossou E.K. 2012. Perceptions et stratégies d'adaptation aux changements climatiques : le cas des communes d'Adjohoun et de Dangbo au Sud-Est Bénin. *Cah. D'Outre-Mer Rev. Géographie Bordx.* 65 : 479–492.
- Vodounou J.B.K. Onibon Doubogan Y. 2016. Agriculture paysanne et stratégies d'adaptation au changement climatique au Nord-Bénin. *Cybergeog. Eur. J. Geogr.*
- Wooldridge M.J. 2000. Reasoning about rational agents. MIT press.

Yegbemey R.N. Yabi J.A. Aïhounton G.B. 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 : 177–187.

Cet article en libre accès est distribué sous une licence Creative Commons Attribution (CC BY 4.0).

© Le(s) Auteur(s).

La propriété des droits d'auteurs sur le contenu des articles publiés dans les Annales de l'Université de Parakou Série « Sciences Naturelles et Agronomie » (AUP-SNA) demeure à leurs auteurs. Ils sont libres de partager - copier et redistribuer le matériel sur n'importe quel support ou format.

La Série « Sciences Naturelles et Agronomie » (ISSN : 1840-8494 / eISSN : 1840-8508) des Annales de l'Université de Parakou est publiée par l'Université de Parakou au Bénin.

Publier avec la revue AUP-SNA garantit :

- Une rapidité du processus éditorial grâce à sa gestion entièrement en ligne ;
- Un accès immédiat à votre article dès sa publication en ligne ;
- Un lien durable et permanent à votre article grâce au DOI ;
- Une grande visibilité sur Internet ;
- La conservation des droits d'auteur de votre article ;
- La possibilité de partager votre article dans vos réseaux, sans restriction ;
- Des frais de publications très réduits ;
- Des remises sur les frais de publications pour les évaluateurs de la revue.

---

The logo for the journal 'SNA' (Sciences Naturelles et Agronomie) is displayed in a bold, green, sans-serif font. The letters 'S', 'N', and 'A' are spaced out horizontally.

---

**Soumettez votre manuscrit**  
sur <https://sna.fa-up.bj/>