

Typologie des exploitations de maïs dans le sous-bassin de l'Okpara au Bénin et résilience aux effets des changements climatiques

Georges Adéboyé AYENI*, Elvyre Vivegni Sandra LOUMEDJINON, Kassimou ISSIAKA,
Francis Oninkitan AGANI et Jacob Afouda YABI

Université de Parakou (UP), École Doctorale des Sciences Agronomiques et de l'Eau (EDSAE), Laboratoire d'Analyses et de Recherches sur les Dynamiques Économiques et Sociales (LARDES), BP 123 Parakou, Bénin

(Reçu le 23 Mars 2021 ; Accepté le 28 Juin 2021)

* Correspondance, courriel : adeboj23@yahoo.fr

Résumé

La présente recherche porte sur la typologie des exploitations de maïs dans les périmètres du sous-bassin d'Okpara au Bénin et d'identifier les facteurs déterminant leur choix. Pour y parvenir, une enquête a été réalisée auprès de 402 exploitants maïsicoles. Pour l'analyse des données, la typologie des exploitations a été réalisée à l'aide de l'Analyse Factorielle de Données Mixes (AFDM) et le logit multinomial a permis d'identifier les facteurs qui influencent leur choix. Les résultats montrent qu'il se dégage trois (03) groupes d'exploitations agricoles. Il s'agit des exploitations traditionnelles (Groupe 1) cultivant le maïs sur des terres fertiles, sans recours aux innovations techniques, le groupe des exploitations modernes (Groupe 2) adoptant des innovations et enfin le groupe des exploitations agro écologiques (Groupe 3) qui font de la production biologique du maïs. Le nombre d'actif agricole, la perception du changement climatique, l'appartenance des producteurs à un groupement, la superficie emblavée de maïs et l'expérience des producteurs sont les principaux déterminants du choix des producteurs. La prise en compte de ces différents facteurs dans les politiques agricoles permettra aux acteurs de bien orienter les actions afin de garantir l'efficacité des actions.

Mots-clés : *caractérisation, typologie, analyses multivariées, maïs, sous-bassin de l'Okpara.*

Abstract

Typology of maize farms in the Okpara sub-basin of Benin and resilience to climate change impacts

This research focuses on the typology of maize farms in the Okpara sub-basin in Benin and to identify the factors determining their choice. To achieve this, a survey was conducted among 402 maize farmers. For the data analysis, the typology of the farms was carried out using the Mixed Data Factor Analysis (MDFA) and the multinomial logit was used to identify the factors influencing their choice. The results show that there are three (03) groups of farms. These are the traditional farms (Group 1) cultivating maize on fertile land, without recourse to technical innovations, the group of modern farms (Group 2) adopting innovations and

finally the group of agroecological farms (Group 3) which are engaged in organic maize production. The number of farm assets, the perception of climate change, the membership of producers in a group, the area planted with maize and the experience of producers are the main determinants of the choice of producers. Taking these different factors into account in agricultural policies will allow actors to properly guide actions to ensure the effectiveness of actions.

Keywords : *characterization, typology, multivariate analyses, maize, Okpara sub-basin.*

1. Introduction

Les changements climatiques constituent aujourd'hui le plus pressant enjeu environnemental auquel le monde entier fait face [1]. Le facteur environnemental fait partie des facteurs les plus limitants pour augmenter ou même maintenir la production alimentaire des communautés de petits agriculteurs en Afrique Subsaharienne (ASS) [2]. L'adoption de stratégies d'adaptation au changement climatique qui augmentent la productivité agricole tout en renforçant la capacité de résilience des agriculteurs est devenue une priorité politique absolue en ASS [2 - 4]. En effet, les filières prioritaires du secteur agricole sont le coton, le riz, le maïs, les œufs de table, la pisciculture, l'ananas et l'anacarde au Bénin [5]. Le maïs est la principale culture vivrière de base en ASS et est principalement produit par les petits exploitants agricoles sur une petite parcelle (< 5 Ha) en utilisant la main-d'œuvre familiale, malgré sa position stratégique dans les filières agricoles du pays [6]. En raison de ses nombreux cultivars qui permettent de cultiver le maïs dans diverses zones agroécologiques et de ses valeurs économiques et nutritionnelles élevées pour la population béninoise en générale et celle du Centre et du Sud en particulier [3, 7], elle est la plus importante des cultures céréalières dans les programmes nationaux visant la sécurité alimentaire. Le maïs se positionne aujourd'hui comme une culture commerciale et une culture de subsistance [8]. Il est essentiellement produit non seulement pour ses grains riches en amidon, mais également pour les résidus de récolte du maïs qui servent de fourrages aux animaux [9]. Cependant, les exploitants agricoles constitués en majorité de petits exploitants sont particulièrement vulnérables à de multiples changements environnementaux au Bénin [10].

En effet, ces dernières années, le changement climatique engendre d'importantes modifications environnementales aux conséquences multiples dont les longues sécheresses qui réduisent le couvert végétal et les rendements agricoles [11 - 13]. La succession des années excédentaires et déficitaires dans les pluviométries annuelles a induit une représentation locale des variations climatiques et l'adoption de nouveaux modes d'exercice de l'activité de production de la culture du maïs chez les populations de la commune de Parakou [3]. Par ailleurs, dans le contexte d'agriculture pluviale, la modification du régime des précipitations entraîne des perturbations qui ont des répercussions profondes sur la vie des agriculteurs. Une estimation récente de l'impact de ces perturbations climatiques sur la production agricole révèle une baisse significative des rendements du maïs et du coton, allant jusqu'à 30 % pour le maïs et 20 % pour le coton [14]. Dans la littérature, plusieurs travaux ont abordé cette question des changements climatiques et la vulnérabilité du secteur agricole. C'est ainsi que [15] ont analysé les perceptions paysannes de l'effet des changements climatiques sur l'agriculture et évalué l'impact de ces changements climatiques sur les revenus agricoles des producteurs et ont conclu que toute action pouvant contribuer à l'amélioration de la fertilité des sols, dans le but de limiter l'effet néfastes des changements climatiques, peut améliorer le revenu agricole et le bien-être des populations. Cependant, afin de garantir l'efficacité de ces actions, semble-il important d'avoir une connaissance de la structure des exploitations ? En s'inscrivant dans ce contexte, cette étude a pour objectif de faire une typologie des exploitations de maïs afin de mettre en lumière les interactions entre les exploitants et les facteurs de production et d'identifier les facteurs pouvant influencer leur choix.

2. Méthodologie

2-1. Cadre théorique

Face à la problématique récurrente des effets des changements climatiques sur le secteur agricole, « l'histoire des interventions en matière de développement agricole montre qu'il ne peut y avoir d'action efficace, à l'échelle nationale ou régionale, sans connaissance préalable et approfondie de la dynamique du système agraire et de la diversité des exploitations agricoles » [16]. Une typologie des systèmes d'exploitation est une représentation de la diversité des dits systèmes reposant sur la distinction entre types d'exploitation à partir de critères discriminants. C'est le résultat d'une démarche construite de classification d'objets d'intérêt pour représenter une réalité complexe. Bien que des mesures d'adaptation et de résiliences ont été développées au sein des producteurs, une connaissance approfondie de la typologie des systèmes de culture serait nécessaire pour servir de cadre à toute étude d'impact, de vulnérabilité et d'efficacité des stratégies d'adaptation [17 - 19]. C'est une action de modélisation qui vise à réduire la diversité pour la représenter plus facilement. Les approches pour réaliser les typologies diffèrent en fonction des objectifs recherchés, de la nature des informations ou données mobilisables et des critères discriminants retenus pour caractériser les systèmes d'exploitation. Dans la littérature, [16] ont distingué dans leur étude, plusieurs approches et plusieurs types de typologie : des typologies dites structurelles basées sur les moyens de production disponibles dans l'exploitation, des typologies dites fonctionnelles basées sur l'enchaînement des prises de décision de l'agriculteur pour atteindre ses objectifs qui régissent les processus de production ; des typologies à partir des critères de performances qui sont souvent couplées aux deux précédentes ; des typologies analytiques qui sont construites à partir de la sélection d'indicateurs discriminants dont les informations proviennent des exploitations elles-mêmes ; des typologies statistiques obtenues par des analyses factorielles de données empiriques disponibles, des typologies mixtes mêlant plusieurs approches (analyse des données avec une classification confrontée aux dires d'experts des typologies à dire d'experts). Dans le cadre de cette étude, l'approche des typologies statistiques obtenues par des analyses factorielles de données empiriques collectées sur le terrain a été adoptée.

2-2. Zone de l'étude

Situé dans la zone ouest africaine, le Bénin est arrosé par un réseau hydrographique assez dense avec comme principal cours d'eau le fleuve Ouémé (510 Km). Son sous-bassin qui fait l'objet de cette étude a une superficie de 9461 Km². Compris entre 8°13' et 10°03' de latitude Nord et 2°31' et 3°25' de longitude Est, le bassin versant de l'Okpara couvre les départements des Collines et du Borgou. Au sein de ces départements, huit communes sont drainées par les eaux du bassin mais quatre communes sont concernées par cette étude. Il s'agit des communes de N'Dali, Pèrèrè et Tchaourou dans le département du Borgou et la commune de Ouèssè dans le département des Collines (*Figure 1*). Le choix de ces zones pour mener cette étude se justifie par plusieurs raisons : les communes de N'Dali et de Pèrèrè sont les plus exposées aux changements climatiques selon le rapport du Projet d'Appui Scientifique aux processus de Plans Nationaux d'Adaptation en 2019 (PAS-PNA) [14], selon la même source, les communes de Ouèssè et de Tchaourou connaîtront une augmentation de leurs productions en maïs avec les changements climatiques dans les années à venir. Ces informations révèlent alors une disparité des effets des changements climatiques sur la production du maïs dans les communes. 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 par sa forte production agricole diversifiée. L'activité principale dans la zone d'étude est l'agriculture pluviale.

logit, de *probit* et de *tobit*. En ce qui concerne l'analyse des déterminants du choix ou de la décision des producteurs d'adopter ou non une technologie, deux modèles (*logit* et *probit*) sont couramment utilisés. Dans le modèle logistique dichotomique, un seul vecteur de paramètres β est nécessaire afin de déterminer les deux probabilités, puisque $P(y_i = 0) + P(y_i = 1) = 1$. Dans le cas multinomial, on aura besoin d'un vecteur de paramètres β_j différent pour chaque alternative. De manière générale pour un modèle *logit* multinomial à $m + 1$ modalités on estime m probabilités :

$$P_j = P(y = j|X) = \frac{\exp(X\beta_j)}{1 + \sum_{k=1}^m \exp(X\beta_k)} \text{ pour } j = 1, 2, \dots, m \quad (1)$$

Et une probabilité de référence :

$$P_0 = P(y = m + 1|X) = \frac{1}{1 + \sum_{k=1}^m \exp(X\beta_k)} \text{ avec } \sum_{j=0}^m p_j = 1 \quad (2)$$

2-4-3. Choix des variables explicatives et spécification du modèle

Le choix des variables explicatives du modèle est basé sur les enseignements théoriques (théorie du choix rationnel, théorie d'adoption et de diffusion d'innovations) et de la littérature empirique sur l'adoption des technologies agricoles. Il s'agit principalement de l'expérience en production de maïs (Exp), l'âge de l'exploitant (Age), son appartenance à un groupement de producteurs (Group), l'accès aux crédits agricoles (Crédit), nombre d'actifs agricoles (Actif), la perception du climat par modification de la fréquence et de la répartition des précipitations (Clima) et son niveau d'éducation (Niv). À partir de la forme générale du modèle *logit* multinomiale développée plus haut, est spécifiée la forme fonctionnelle suivante :

$$y^* = X\beta_j = f(\text{Age}, \text{Exp}, \text{Niv}, \text{Group}, \text{Crédit}, \text{Actif}, \text{Clima}) \quad (3)$$

Dans cette équation, la variable y^* représente la variable latente non observable associée à la variable dépendante « *clust* » obtenue à partir des résultats de la classification. L'estimation du modèle a été faite par la méthode du maximum de vraisemblance sous le logiciel R. Pour interpréter aisément les effets estimés du modèle, la valeur exponentielle des coefficients a été estimée. Selon les principes des modèles logistiques multinomiaux, la valeur exponentielle des coefficients s'interprète par rapport à la valeur 1 selon la modalité de référence. Le **Tableau 1** suivant nous montre la nature des variables introduites dans le modèle.

Tableau 1 : Variables introduites dans le modèle de régression

Variables du modèle	Code	Nature	Modalité	Signe prédit
Age du producteur	<i>Age</i>	Quantitative	Continue	-
Expérience	<i>Exp</i>	Quantitative	Continue	+
Niveau d'instruction primaire	<i>Niv</i>	Qualitative	Non = 0 Oui = 1	+
Niveau d'instruction secondaire et plus	<i>Niv*</i>	Qualitative	Non = 0 Oui = 1	+
Actif agricole	Actif	Quantitative	Continue	+
Accès au Crédit	Accès_crédit	Qualitative	Non = 0 Oui = 1	+
Perception du Climat	<i>Climat</i>	Qualitative	Non = 0	+
Appartenance à un groupement de producteurs	<i>Group</i>	Qualitative	Oui = 1	+
Superficie du maïs	<i>Sup_maïs</i>	Quantitative	Continue	+

Source : Auteur, 2020

3. Résultats

3-1. Caractérisation des exploitations

Les proportions de variance expliquée par les différentes dimensions (axes) sont présentées dans le **Tableau 2** ci-dessous. Les résultats issus de l'AFDM révèlent que les variables introduites dans le modèle apportent 55.79 % des informations contributives suivant les deux premières dimensions, ce qui est suffisant pour garantir une précision d'interprétation des données de départ. Les 44,21 % de variation des informations non expliquées sont dues aux facteurs qui n'ont pas été pris en compte dans l'analyse. La **Figure 2** présente une représentation graphique des corrélations entre les composantes principales et les variables initiales. Sur le premier axe, les variable parcage direct et l'apport de fumure organique sont les mieux représentées tandis que la variable apport de fumure minérale est la seule variable bien représentée sur le deuxième axe factoriel. En résumé, les variables qualitatives sont les mieux représentées sur les deux premières dimensions. On retient donc que les exploitations agricoles se distinguent par l'adoption d'innovations en matière de gestion intégrée de la fertilité du sol.

Tableau 2 : Variance expliquée

Dimensions	Dim.1	Dim.2	Dim.3	Dim.4	Dim.5
Variance	1.533	1.256	1.060	0.648	0.502
% de la var.	30.669	25.121	21.209	12.964	10.037
Cumulative de la var. (%)	30.669	55.790	76.999	89.963	100.000

Source : Données d'enquête, 2020

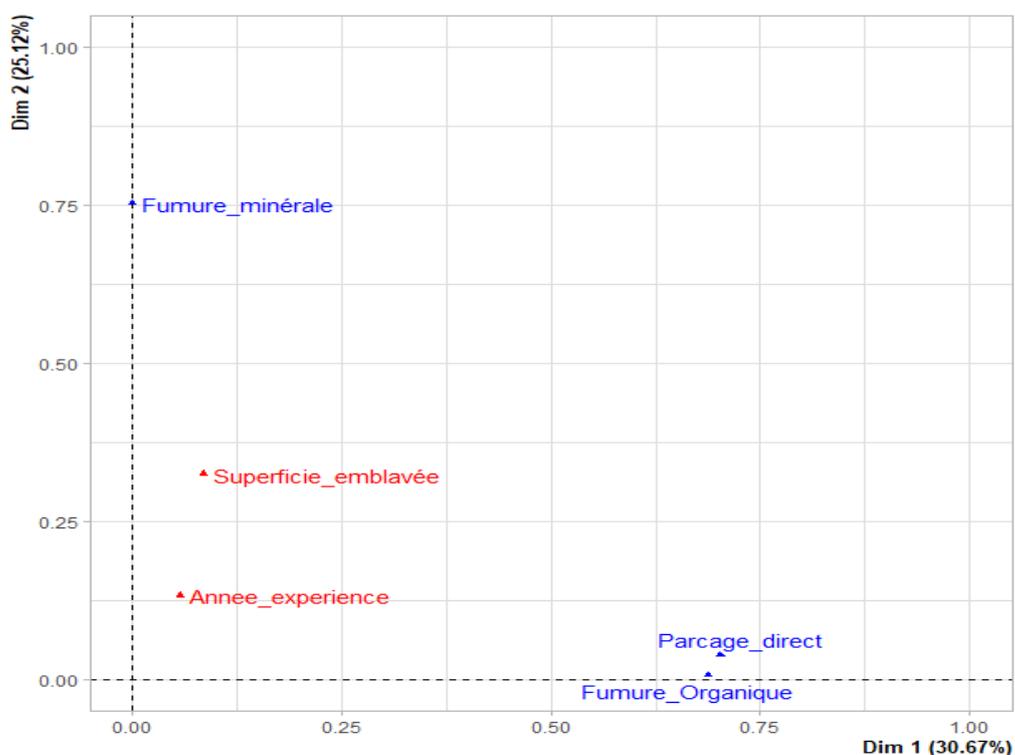


Figure 2 : Rapport de corrélation entre les variables et les principaux axes

3-2. Typologie des systèmes de culture à base du maïs

La **Figure 3** présente les résultats de la Classification Ascendante Hiérarchique (CAH) réalisée à partir des coordonnées des observations sur les deux premières dimensions retenues à partir de l'AFDM. Par ailleurs, le nombre de coupure de l'arbre hiérarchique nous permet de retenir trois (03) groupes (**Figure 3**). La typologie des exploitations a permis de catégoriser les exploitations en trois groupes (**Figure 4**). Le premier groupe regroupe ceux qui pratiquent de la culture pure du maïs (Groupe 1), et est constitué de 207 producteurs soit 52,40 % de l'échantillon total. Les exploitations de ce groupe qui est constitué de la majorité des exploitants font de la culture du maïs avec les techniques traditionnelles sans recours aux innovations technologiques (engrais chimique ou organique et techniques agroécologiques) (**Tableau 3**). Dans cette catégorie d'exploitations, la superficie moyenne emblavée par les producteurs est de 1,653 ($\pm 1,170$) Ha (**Tableau 4**). Il s'agit des producteurs qui n'adoptent pas les techniques de gestion durable de la fertilité du sol sur leur exploitation. Il faut noter que 100 % des Dendis enquêtés appartiennent à ce groupe. Le *Groupe 2* est constitué de 143 producteurs soit (36,20 %) de l'échantillon total. Ce groupe est caractérisé principalement par la production d'échelle avec une superficie moyenne de 2,5 Ha (**Tableau 4**) et l'utilisation des engrais chimiques pour la fertilité du sol. Ces producteurs modernes sont favorables à l'adoption d'innovations techniques essentielles pour une durabilité de la culture du maïs. Cette catégorie de producteurs adopte aussi des semences améliorées de cycle court et font aussi des rotations culturales (**Tableau 3**). Le troisième groupe d'exploitations (*Groupe 3*) est constitué de 45 producteurs soit 11,39 % de l'échantillon total. Dans ce groupe, les producteurs font de la production biologique du maïs avec l'adoption des techniques agroécologiques telles que l'apport de fumure organique (100 %) et le parage direct (100 %) (**Tableau 3**). La superficie emblavée est en moyenne de 2,37 ($\pm 1,631$) Ha (**Tableau 4**).

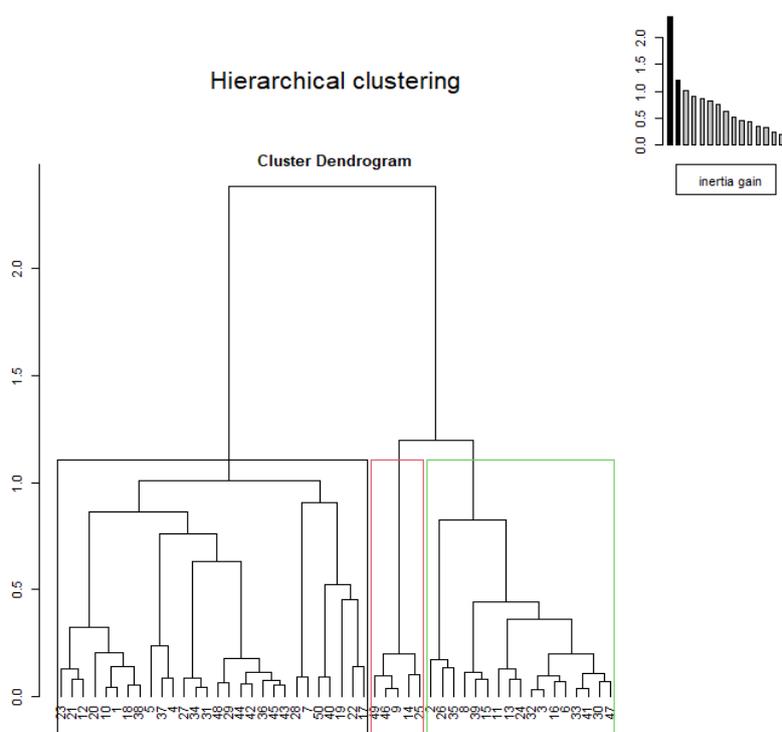


Figure 3 : Dendrogramme des exploitations agricoles à base du maïs dans le bassin versant d'Okpara

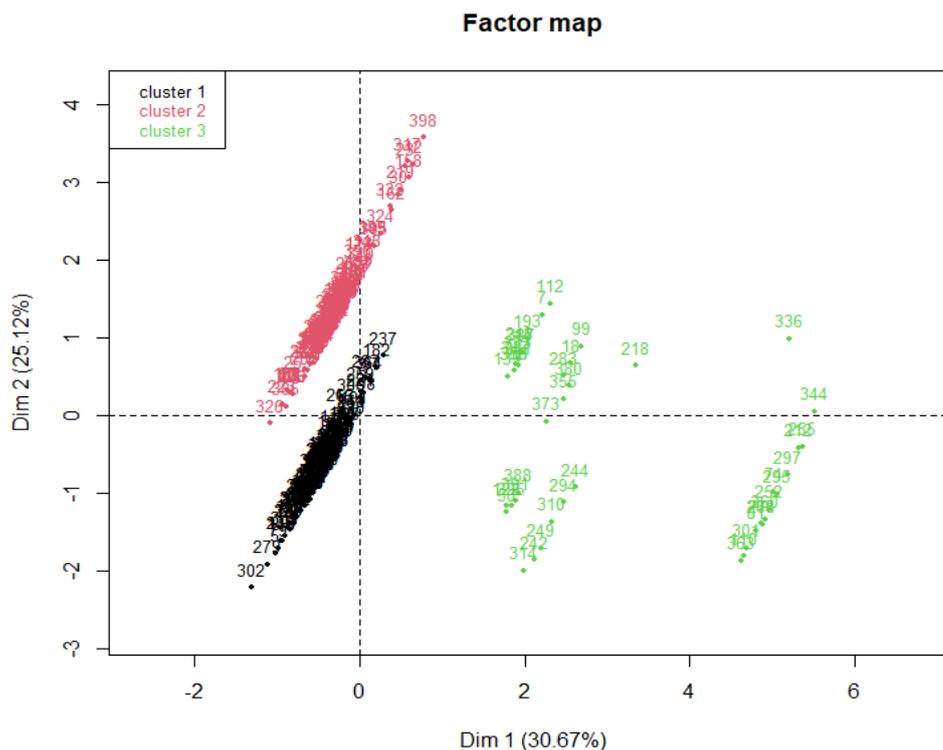


Figure 5 : Graphe des individus

3-4. Déterminants de l'appartenance aux types de systèmes

Les résultats d'estimation du modèle *logit multinomial* sont présentés dans le **Tableau 5** ci-dessous. La modalité de référence est l'appartenance du producteur au groupe 1, c'est-à-dire ceux qui pratiquent la culture pure du maïs (techniques traditionnelles). Les résultats du modèle révèlent que la probabilité d'appartenance des producteurs au Groupe 2 est influencée par les variables telles que : le nombre d'actif agricole, la perception du changement climatique à travers les modifications de la fréquence et de la répartition des précipitations, l'appartenance des producteurs à un groupement de producteurs et la superficie emblavée de maïs. Quant aux producteurs du Groupe 3 qui font de la production biologique, ils sont caractérisés par les variables telles que : l'expérience dans la production du maïs, l'appartenance à un groupement de producteurs et la superficie emblavée de maïs. Par ailleurs, le nombre d'actif agricole est statistiquement significatif au seuil de 1 % avec un effet négatif sur la probabilité d'appartenance au groupe 3 car la valeur exponentielle du coefficient estimé est inférieure à 1. Plus le producteur dispose d'actif agricole pour son exploitation moins il s'intéresse à l'application de la fertilisation organique sur son exploitation de maïs. La variable liée à la perception du changement climatique par le producteur est statistiquement significative au seuil de 1 % avec un effet négatif sur la probabilité d'appartenance au groupe 2. La perception du changement climatique amène le producteur à être septique à l'adoption des pratiques innovantes de fertilisation du sol par les apports d'engrais chimiques qui constituent des investissements additionnels. Dans un environnement où les aléas climatiques sont hors contrôles du producteur, ce dernier préfère réduire les investissements pour réduire le risque lié aux effets pervers des changements climatiques. L'appartenance à un groupement de producteurs est statistiquement significative au seuil de 1 % avec un effet positif sur la probabilité d'appartenir aux groupes 2 et 3. Les producteurs qui sont affiliés à des associations de producteurs sont informés en temps réel des conséquences du changement climatique et des mesures innovantes promues par les agents de vulgarisation pour l'adaptation. La probabilité

de pratiquer la production du maïs avec les pratiques de gestion durable de la fertilité du sol augment positivement lorsque le producteur est adhérent d'une association de producteurs. La superficie emblavée s'est révélé aussi comme un facteur essentiel de l'appartenance des producteurs aux groupes 2 et 3. Cette variable est statistiquement significative au seuil de 1 % avec un effet positif sur les probabilités d'appartenance des producteurs aux groupes d'exploitants innovants adoptant les mesures de gestion durable de la fertilisation du sol dans la production du maïs. Les producteurs qui font de grandes superficies font des investissements importants et dans le souci de rentabiliser leur investissement adopte les innovations.

Tableau 5 : Résultats de la régression logistique

Les variables du modèle	Codes	Groupe 2	Groupe 3
		Effets	Effets
Constante	<i>_cons</i>	4,795** (0,659)	0,116** (0,962)
Age du producteur	<i>Age</i>	0,995 (0,015)	1,022 (0,020)
Expérience	<i>Exp</i>	0,970 (0,018)	0,936*** (0,025)
Niveau d'instruction primaire	<i>Niv</i>	0,780 (0,370)	1,310 (0,482)
Niveau d'instruction secondaire et plus	<i>Niv*</i>	0,619 (0,482)	1,436 (0,560)
Actif agricole	Actif	0,725*** (0,083)	0,961 (0,084)
Accès au Crédit	Accès_crédit	1,056 (0,694)	1,109 (0,792)
Perception du Climat	<i>Climat</i>	0,134*** (0,317)	0,543 (0,474)
Appartenance à un groupement de producteurs	<i>Group</i>	9,296*** (0,386)	9,503*** (0,464)
Superficie du maïs	<i>Sup_maïs</i>	1,675*** (0,118)	1,488*** (0,136)
Nombre d'observation	N	395	
Log de vraisemblance		569,0474	
AIC		609,0474	

Source : Auteurs à partir des données d'enquête, 2020.

*, **, *** représentent les significativités respectives à 10 %, 5 %, et 1 %.

4. Discussion

Cette étude réalise une typologie des exploitations du maïs à l'aide d'une classification hiérarchique ascendante à partir d'une Analyse Factorielle de Données Mixes (AFDM) qui semble être rare dans les études de typologies dans la littérature [10, 16 - 18, 21, 22, 24]. L'analyse factorielle des données mixtes (AFDM) est très peu présente dans les ouvrages et études, pourtant pléthoriques en Français, qui traitent de l'analyse de données. Quasiment tous s'en tiennent au sempiternels ACP, AFC et ACM. La typologie des exploitations a permis de dégager, trois (03) groupes d'exploitations de maïs dans la zone d'étude qui se distinguent principalement par l'adoption des mesures de gestion durable de la fertilité du sol comme stratégie d'adaptation aux changements climatiques et les échelles de production (superficie). Cette

diversité structurelle du système de culture du maïs dans la zone constitue un facteur essentiel à prendre en compte dans la formulation des programmes d'adaptation. Cependant, nos résultats identifient trois (03) groupes homogènes alors qu'une étude antérieure identifie quatre (04) systèmes de production que sont : grandes exploitations à production intensive, exploitations moyennes, petites exploitations de subsistance peu productives optant pour la sécurité alimentaire de l'exploitant, et très grandes exploitations à production extensive à gros investissements [25]. Par ailleurs, nos résultats révèlent que la majorité des producteurs (52,40 %) appartiennent aux exploitations du groupe 1 qui font de la culture du maïs avec les techniques traditionnelles sans recours aux innovations technologiques (engrais chimique ou organique et techniques agroécologiques). Ces résultats indiquent que la vulgarisation des innovations agricoles en ce qui concerne la production du maïs n'est pas encore une réalité dans la zone. Ces résultats indiquent aussi que cette catégorie de producteurs ne perçoit pas encore les effets négatifs des changements climatiques pour faire recours à des mesures d'adaptation comme c'est le cas en Éthiopie [2 - 26]. Au Togo, dans les conditions d'une mauvaise perception de l'état dégradé ou non des terres par les producteurs, [4] identifie une dizaine d'indicateurs biophysiques de connaissance locale à valoriser comme un bon repère montrant aux paysans le niveau de dégradation des sols pour une mise en jachère ou d'apport de fertilisant pour la restauration de la fertilité du sol. Quant aux exploitants du groupe 2, constitué de 36,20 % de l'échantillon total. Ce groupe est caractérisé principalement par l'utilisation des engrais chimiques, l'adoption des semences améliorées de cycle court et la pratique des rotations culturales pour la fertilité du sol. Ces producteurs modernes sont favorables à l'adoption d'innovations techniques essentielles pour une durabilité de la culture du maïs. Ces résultats confirment plusieurs études sur les mesures de gestion durable de terres et les stratégies d'adaptation aux effets des changements climatiques qui constituent une menace pour les cultures vivrières surtout dans beaucoup des pays en voie du développement [27, 28].

Le troisième groupe d'exploitations (Groupe 3) constitué de 11,39 % de l'échantillon total, sont des producteurs qui pratiquent la production biologique du maïs avec l'adoption des techniques agro écologiques. Ces types de producteurs sont un peu rares dans les exploitations agricoles au Bénin. Cependant, ce sont les producteurs les plus conscients de l'enjeu du climat actuel. Ces derniers ont œuvré pour la pratique d'agro écologie, promu par les projets/programmes aux effets néfastes du climat sur les cultures vivrières. Nos résultats corroborent ceux de [29], qui ont révélé que l'association des cultures et la pratique de l'agroforesterie réduisent les effets de la variabilité du climat sur le revenu net des cultures céréalières. Ainsi, l'augmentation de ces revenus auraient dû à l'utilisation des amendements organiques contribuerait au développement de l'agriculture en luttant contre l'insécurité alimentaire et la pauvreté [30]. Par ailleurs, plusieurs facteurs déterminent l'appartenance des exploitants aux catégories de producteurs adoptant les mesures de gestion durable de la fertilité du sol. Les résultats d'estimation du modèle *logit multinomial* ont montré que les variables telles que l'âge du chef d'exploitation, son niveau d'instruction, son accès au crédit n'ont pas d'effet statistiquement significatif sur la probabilité d'appartenance des producteurs à des groupes adoptant les mesures de gestion durable de la fertilité du sol dans la zone d'étude. En Algérie, [31] révèle aussi que l'âge n'exerce aucune influence significative sur la prédisposition du producteur à adopter une nouvelle variété de semence de tomate. Par contre, cette variable a un effet positif sur l'adoption des stratégies d'adaptation des agriculteurs pour faire face aux effets négatifs du changement climatique en Éthiopie [2]. Cependant, l'expérience dans la production du maïs, l'appartenance à un groupement de producteurs et la superficie emblavée de maïs sont les principaux facteurs déterminant la pratique d'agro-écologiques (groupes 3) dans le cas de cette étude. D'autres études ont montré que la pratique d'agroforesterie est déterminée positivement par la taille du ménage et le mode de faire-valoir mais négativement par le nombre d'actifs agricoles et l'appartenance à un groupement des producteurs [32]. Une attention particulière doit être accordée à ces différents facteurs dans la promotion des mesures d'adaptation aux effets du changement climatique constaté dans les exploitations agricole depuis plusieurs années.

5. Conclusion

Cette étude révèle trois (03) types de producteurs de maïs dans la zone regroupés en trois groupes. Les exploitations du Groupe 1 (52,40 %) font de la culture du maïs avec les techniques traditionnelles sans recours à l'innovation (engrais chimique ou organique et techniques agroécologiques). Celles du Groupe 2 (36,20 %) sont caractérisées principalement par l'adoption d'innovations techniques agricoles, en l'occurrence, les fertilisants chimiques. Celles du Groupe 3 (11,39 %), font de la production biologique du maïs avec l'adoption des techniques agroécologiques telles que l'apport de fumure organique (100 %) et le parage direct (100 %). Les facteurs déterminant le choix des producteurs sont : le nombre d'année d'expérience dans la production du maïs, l'appartenance du producteur à une association de producteur, la perception du producteur des chocs climatiques dans la zone d'étude, la possession d'actifs agricoles et la superficie emblavée. La prise en compte de ces différentes variables dans les politiques agricoles permettra aux acteurs de bien orienter les actions.

Références

- [1] - J. WU, J. ZHANG, Z. GE, L. XING, S. HAN, C. SHEN, F. KONG, Impact of climate change on maize yield in China from 1979 to 2016, *Journal of Integrative Agriculture*, 20 (2021) 289 - 299
- [2] - S. BEDEKE, W. VANHOCE, M. GEZAHEGN, K. NATARAJAN, P. VAN DAMME, Adoption of climate change adaptation strategies by maize-dependent smallholders in Ethiopia, *NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences*, 88 (2019) 96 - 104
- [3] - G. L. DJOHY, A. H. EDJA, G. S. NOUATIN, 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 (2015) 183 - 194
- [4] - K. M. L. AGBODAN, S. AKPAVI, K. B. AMEGNAGLO, B. DIWEDIGA, D. K. KODA, K. A. AGBODAN, K. BATAWILA, K. AKPAGANA, Connaissances écologiques locales sur les indicateurs de dégradation des sols utilisées par les paysans dans la zone guinéenne du Togo (Afrique de l'ouest), *Sciences de la vie, de la terre et agronomie*, 7 (2019). <http://publication.ilecames.org/index.php/svt/article/view/1549> (accessed January 26, 2021)
- [5] - O. M. F. R. ADJOBBO, J. A. YABI, J. Y. GOUWAKINNOU, Typologie des exploitations agricoles productrices d'anacarde au Nord et au Centre du Bénin, Glazoué, Tchaourou et Djougou, *Afrique SCIENCE*, 16 (2020) 303 - 316
- [6] - R. N. YEGBEMEY, J. A. YABI, S. D. TOVIGNAN, G. GANTOLI, S. E. HAROLL KOKOYE, Farmers' decisions to adapt to climate change under various property rights: A case study of maize farming in northern Benin (West Africa), *Land Use Policy*, 34 (2013) 168 - 175
- [7] - T. S. MAMAN, B. GAUTHIER, Z. AFIO, S. ALIOU, Évaluation Du Niveau D'efficacité Technique Des Systèmes De Production A Base De Maïs Au Bénin, *European Scientific Journal*, 12 (2016)
- [8] - M. N. BACO, T. ABDOULAYE, D. SANOGO, A. LANGYINTUO, Caractérisation des ménages producteurs de maïs en zone de savane sèche au Bénin, *CIMMYT*, (2011)
- [9] - F. ALLADAYE, C. MITCHIKPE, P. ADEGBOLA, Variation saisonnière des apports nutritionnels des enfants âgés de 24 à 59 mois dans les zones agroécologiques des départements de l'Alibori et du Borgou au nord-est du Bénin, (2017)
- [10] - Y. O. ADEYANDJOU, B. F. YABI, B. O. E. ADEOTI, Y. IBOURAIMA, Caractérisation des Systèmes de Production dans les Bas-Fonds des Communes de Save et de Ouesse au Centre du Benin, *International Journal of Progressive Sciences and Technologies*, 22 (2020) 367 - 377
- [11] - I. AHMAD, B. AHMAD, K. BOOTE, G. HOOGENBOOM, Adaptation strategies for maize production under

- climate change for semi-arid environments, *European Journal of Agronomy*, 115 (2020) 126040
- [12] - C. AHOANGNINO, S. Y. W. BOKO, A. AROUNA, J. LOGBO, B. FAYOMI, T. MARTIN, Performance environnementale et économique dans la production de la grande morelle (*Solanum macrocarpon*) au Sud du Bénin : Une évaluation des efficacités technique, allocative, économique, *Agronomie Africaine*, 32 (2020) 135 - 149
- [13] - Z. AHMED, G. S. GUHA, A. M. SHEW, G. M. M. ALAM, Climate change risk perceptions and agricultural adaptation strategies in vulnerable riverine char islands of Bangladesh, *Land Use Policy*, 103 (2021) 105295
- [14] - P. B. I. AKPONIKPE, P. TOVIHOUDI, M. WABI AKOREDE, N. AHOYO, J. AMEGNAGLO, A. SEGNON, E. DOSSA, D. LAOUROU, E. KPADONOU, A. FANDOHAN-BONOU, B. LOKONON, R. YEGBEME, E. TOTIN, M. HOUNSOU, Etude de Vulnérabilité aux changements climatiques du Secteur Agriculture au Bénin, Climate Analytics gGmbH, Bénin, (2019)
- [15] - E. SODJINO, S. K. HOUKPOU, Impact des changements climatiques sur les revenus des ménages agricoles au Bénin : Evidence basée sur l'application du modèle Ricardien, (2019)
- [16] - J.-F. BELIERES, P. RASOLOFO, B. RIVOLALA, R. RATOVOARINONY, O. RATSAMIARINA, B. N. RABEVOHITRA, H. DAVID-BENZ, Elaboration de typologies d'exploitations agricoles au niveau infranational à Madagascar : Lac Alaotra et région du Menabe, (2017)
- [17] - R. ADEOTI, R. ASSOGBA, O. COULIBALY, G. A. MENSAH, E. KOFFI-TESSIO, Caractéristiques des exploitations maraîchères au Bénin et au Burkina Faso, deux pays de l'UEMOA, (2014)
- [18] - G. AGOSSOU, G. GBEHOUNOU, F. ZAHM, E. K. AGBOSSOU, Typologie des exploitations agricoles de la République du Bénin, *Agronomie Africaine*, 27 (2015) 285 - 300
- [19] - E. AGUILERA, C. DIAZ-GAONA, R. GARCIA-LAUREANO, C. REYES-PALOMO, G. I. GUZMAN, L. ORTOLANI, M. SANCHEZ-RODRIGUEZ, V. RODRIGUEZ-ESTEVEZ, Agroecology for adaptation to climate change and resource depletion in the Mediterranean region. *A review, Agricultural Systems*, 181 (2020) 102809
- [20] - A. S. ALASSAN, Typologie et productivité des élevages de Zébu Goudali situés dans les Communes de Malanville et de Karimama à l'extrême Nord du Bénin, PhD Thesis, UNIVERSITE DE PARAKOU, (2013)
- [21] - A. DABURON, J. F. TOURRAND, V. ALARY, A. ALI, M. ELSOROUGY, Typologie exploratoire des systèmes d'élevage laitier familiaux de la mégapole du Grand Caire en Egypte, contraintes et opportunités, (2014)
- [22] - S. AZONKPIN, D. C. CHOUGOUROU, E. C. AGBANGBA, C. C. J. SANTOS, M. M. SOUMANOU, S. D. VODOUHE, Typologie des systèmes de culture de coton biologique au Bénin, *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 12 (2018) 1688 - 1704
- [23] - A. BOIZAOUI-RADIA, A. BOUCHEMAL, M. BOUFRAS, Utilisation de l'analyse factorielle multiple comme outil d'analyse typologique des élevages bovins autochtones, (2019)
- [24] - P. Y. ADEGBOLA, N. I. HOUSSOU, A. G. SINGBO, Typologie des exploitations agricoles et gestion de la fertilité des sols au Sud du Bénin TOME, (2003)
- [25] - M. S. TOLEBA, G. BIAOU, A. ZANNOU, A. SAIDOU, Caractérisation des systèmes de production à base de maïs dans les principales zones de culture au Bénin, *Annales Des Sciences Agronomiques*, 21 (2017) 53 - 75
- [26] - Z. ADIMASSU, A. KESSLER, L. STROOSNIJDER, Farmers' strategies to perceived trends of rainfall and crop productivity in the Central Rift Valley of Ethiopia, *Environmental Development*, 11 (2014) 123 - 140
- [27] - K. D. ADEBIYI, S. MAIGA-YALEU, K. ISSAKA, M. AYENA, J. A. YABI, 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 (2019) 998 - 1010
- [28] - S. C.-G. ASSOGBA, É. AKPINFA, G. GOUWAKINNOU, L. STIEM, F. AMADJI, P. M. ALLABI, R. AKPO, R. CANTY, B. AMADJI, C. MENESTIN, La Gestion Durable des Terres: Analyse d'expériences de projets de développement agricole au Bénin, Rapport de Synthèse, (2017)

- [29] - D. YEVESSE, Effet de la Variabilité de la Température et des Précipitations sur le Revenu Net des Cultures Céréalière au Togo : Approche SemiParamétrique, (2020)
- [30] - A. N. NGOYI, G. K. MASANGA, H. M. BILA, A. Y. YASHIMA, M. M. MILAMBO, L. N. NDJIBU, L. L. BABOY, Effet des amendements organiques sur la croissance et le rendement de la pomme de terre (*Solanum tuberosum*) cultivée sur un sol dégradé dans la région de Kabinda, République Démocratique du Congo, *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 14 (2020) 1812 - 1819
- [31] - A. BOUZID, F. CHERIET, Les déterminants de l'adoption de nouvelles variétés de semences de tomate en Algérie, *Systèmes Alimentaires / Food Systems*, 2019 (2019) 115 - 137
- [32] - J. A. YABI, F. X. BACHABI, I. A. LABIYI, C. A. ODE, R. L. AYENA, Déterminants socio-économiques de l'adoption des pratiques culturales de gestion de la fertilité des sols utilisées dans la commune de Ouaké au Nord-Ouest du Bénin, *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 10 (2016) 779 - 792