

Variabilité climatique et résilience agricole : perceptions et mécanismes d'adaptation des producteurs de coton dans la commune de Banikoara (Bénin)

TODE Michel¹, KAWOUN ALAGBE Gildas¹, TASSIGUI Sabi Sio²,
AHAMIDE Bernard¹

¹(Laboratoire du Génie Rural et de Machinisme Agricole (LGRMA), Faculté des Sciences Agronomiques (FSA), Université d'Abomey-Calavi Bénin)

²(Laboratoire Pierre Pagny : Climat, Eau, Ecosystèmes et Développement (LACEEDE), Faculté des Sciences Humaines et Sociales (FASHS), Université d'Abomey-Calavi Bénin)

ABSTRACT: Cotton farming in Banikoara commune (Bénin) is strongly dependent on rainfall patterns that have become increasingly erratic under climate variability. This study analyses the perceptions of cotton producers regarding climate change indicators and the adaptive strategies they have developed. A mixed-methods approach combining focus groups, formal household surveys ($n = 426$, across 23 localities), and agroclimatic data analysis (1950–2020) was applied. The PEIR framework, Kendall's concordance test and Correspondence Factor Analysis structured the analysis. Results show that 73 % of respondents perceive a disruption in the agricultural calendar, 87 % report increasingly concentrated and irregular rainfall, and 89 % associate intra-seasonal droughts with yield losses. Cotton yield declined from 1,467 kg/ha (2003) to 719 kg/ha (2012), correlating significantly with rainfall variability ($r = 0.71$; $p < 0.05$). Deforestation is identified as the primary anthropogenic driver. Adaptive strategies include staggered sowing, variety substitution, crop mobility and crop association. These findings call for integrated agroclimatic support systems to sustain cotton production.

Keywords : Climate variability, Cotton, Adaptation strategies, Perceptions, Banikoara, Bénin.

Date of Submission: 27-04-2026

Date of acceptance: 06-05-2026

I. INTRODUCTION

L'agriculture demeure le pilier économique de l'Afrique subsaharienne, contribuant en moyenne à 35 % du Produit Intérieur Brut (PIB) et employant plus de 60 % de la population active (FAO, 2022). Au Bénin, cette dépendance est encore plus marquée : le secteur agricole représente environ 70 % des emplois et 30 % du PIB national (FIDA, 2020). Le cotonnier (*Gossypium hirsutum* L.) en constitue la première culture de rente, contribuant à plus de 45 % des recettes d'exportation du pays (MAEP, 2021).

Cependant, la production cotonnière est confrontée à des défis majeurs liés à l'instabilité croissante du régime pluviométrique. En Afrique de l'Ouest, la variabilité climatique se traduit par des modifications profondes des saisons agricoles : retard du démarrage des pluies, raccourcissement de la saison humide, intensification des épisodes de sécheresse intra-saisonnière et multiplication des événements extrêmes (Agossou *et al.*, 2022 ; Biaou *et al.*, 2025). Ces perturbations compromettent directement le calendrier culturel du coton, culture particulièrement sensible au stress hydrique aux stades critiques de germination, floraison et fructification (Traoré *et al.*, 2020).

La commune de Banikoara, premier bassin cotonnier du Bénin (département de l'Alibori), illustre de manière emblématique cette vulnérabilité. Les données de Météo-Bénin (2022) et les statistiques du MAEP (2020) révèlent une tendance baissière des rendements entre 2002 et 2019, avec un minimum historique de 719 kg/ha en 2012, très en deçà du potentiel variétal estimé à 2 000–3 000 kg/ha.

Face à ces contraintes, les producteurs déploient des stratégies adaptatives empiriques héritées de savoirs endogènes. Si la littérature récente sur l'adaptation agricole en Afrique de l'Ouest s'est enrichie (Niang *et al.*, 2023 ; Zougmore *et al.*, 2021 ; Coulibaly *et al.*, 2023), peu d'études ont examiné systématiquement la double dimension perceptuelle et stratégique des producteurs de coton en zone soudanienne béninoise. La présente étude vise à : (i) analyser les perceptions des producteurs sur les manifestations et causes de la variabilité climatique ; (ii) évaluer la relation entre variabilité pluviométrique et rendements cotonniers (1950–2020) ; (iii) caractériser et hiérarchiser les stratégies d'adaptation développées.

II. MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1. Milieu d'étude

La Commune de Banikoara est comprise entre 10°50' et 11°30' de latitude Nord et entre 2° et 2°40' de longitude Est. Elle est limitée au Nord par la Commune de Karimama, au Sud par les Communes de Gogounou et de Kérou, à l'Est par la Commune de Kandi et à l'Ouest par la République du Burkina Faso (figure 1).

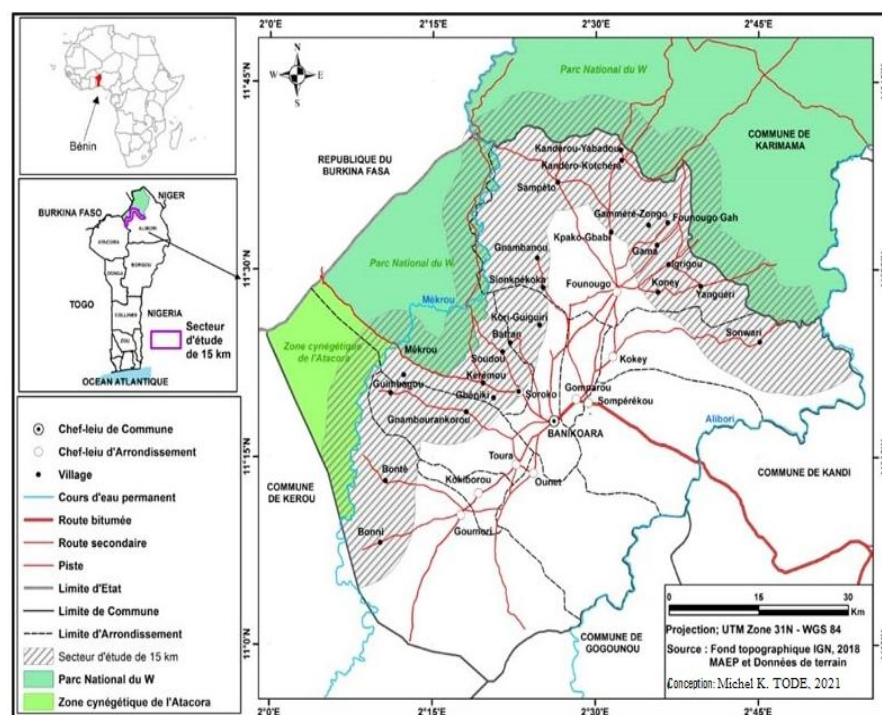


Figure 1 : Situation géographique et administrative de la commune de Banikoara

2.2. Matériel utilisé

Le matériel végétal était le cotonnier (*Gossypium hirsutum L.*), variété améliorée H279-1 (cycle 120 jours, taux de germination 98 %). Le matériel non végétal comprenait un pluviomètre à lecture directe, un décimètre, un centimètre ruban, un pied à coulisse électronique, une balance électronique de précision, un système d'irrigation goutte-à-goutte avec minuteurs, et les logiciels SPSS et Excel pour l'analyse des données.

2.3. Méthodes

2.3.1. Approche méthodologique

L'approche combinait des méthodes pluridisciplinaires en agronomie, climatologie, environnement et socio-anthropologie, articulées autour du modèle PEIR (Pression/État/Impact/Réponse). Elle s'est déclinée en trois étapes : collecte des données, traitement statistique et analyse des résultats.

2.3.2. Collecte des données

Les données primaires ont été recueillies par focus group (27 mai–21 juin 2022, ~20 personnes par village) et par enquête formelle individuelle (21 septembre–17 octobre 2022). La période couvre 1950–2020, scindée en deux sous-périodes de 30 ans. Les données météorologiques proviennent de Météo-Bénin (2022) et les statistiques agricoles du MAEP (2020).

2.3.3. Échantillonnage

La taille de l'échantillon a été calculée selon la formule de Schwartz (2002) :

$$X = (Z\alpha)^2 \times p(1-p) / d^2$$

avec $Z\alpha = 1,96$ (seuil 95 %), $p =$ proportion de ménages agricoles et $d = 0,05$ (marge d'erreur). Au total, 426 chefs de ménage ont été enquêtés dans 23 localités réparties sur 9 arrondissements. Les enquêtés résidaient dans la localité depuis au moins 20 ans et étaient âgés d'au moins 40 ans.

2.3.4. Traitement et analyse des données

Les données ont été saisies sous Epidata et analysées sous SPSS. Le test de concordance de Kendall a évalué la cohérence inter-groupes des perceptions. L'AFC a permis d'identifier les perceptions dominantes selon les groupes socioculturels. Le test de Kendall a également été appliqué à la série historique pluie-rendement (1950–

2020). L'analyse discriminante pas à pas a défini les modes d'adaptation selon le groupe socioculturel, le niveau d'instruction et les activités secondaires.

III. RÉSULTATS

3.1. Perceptions des producteurs sur la variabilité climatique

L'enquête révèle une perception unanime de la dégradation des conditions climatiques. Le test de concordance de Kendall ($W = 0,308$; $\chi^2 = 12,004$; $p < 0,01$) confirme la cohérence des perceptions entre les 426 producteurs. Le Tableau 1 synthétise les manifestations perçues.

Tableau 1 : Synthèse des perceptions des producteurs sur la variabilité climatique

Constat	Manifestations / Conséquences	% enquêtés
Perturbation du calendrier agricole	Changement dans le déroulement de la saison ; non opérationnalisation du calendrier cultural	73 %
Mauvaise répartition des pluies	Concentration sur courte période, rupture précoce ou tardive, forte turbidité	87 %
Poches de sécheresse	Ruptures de pluie en période de semis → baisse des rendements du coton	89 %
Baisse des précipitations	Saison pluvieuse réduite de 5-6 mois (années 70) à 3-4 mois actuellement	67 %
Hausse des températures	Chaleur excessive (mi-avril à juin) ; harmattan rude et prolongé	87 %
Dégradation des terres	Sols dénudés et épuisés ; apparition et prolifération de <i>Striga sp.</i>	88 %

Source : Enquêtes de terrain, septembre 2022

L'AFC révèle que l'axe 1 (65,46 % de la variance) est dominé par les manifestations thermiques, tandis que l'axe 2 (20,05 %) exprime les manifestations pluviométriques. Au total, 85,51 % de l'information est représentée sur le plan factoriel. Les indicateurs les plus perçus, par ordre d'importance, sont : le retard du démarrage des pluies (rang = 1,33), les poches de sécheresse (1,59), l'arrêt précoce des pluies (2,57), les chaleurs excessives (3,16) et l'apparition de vents violents (1,84).

3.2. Causes perçues de la variabilité climatique

Pour 57,93 % des producteurs, la persistance des extrêmes climatiques est imputable aux activités humaines, principalement le déboisement, la déforestation et les feux de végétation. Les observations de terrain à Gbassa (arrondissement de Goumori) ont documenté des défrichements de 40 ha le long de la forêt galerie de la rivière Mékrou. La dégradation des sols est citée par 88 % des producteurs, et la régression du couvert végétal par 97 % comme indicateurs visibles de modification de leur environnement.

3.3. Impact sur les rendements cotonniers

La Figure 2 présente l'évolution des rendements du coton à Banikoara de 2002 à 2019.

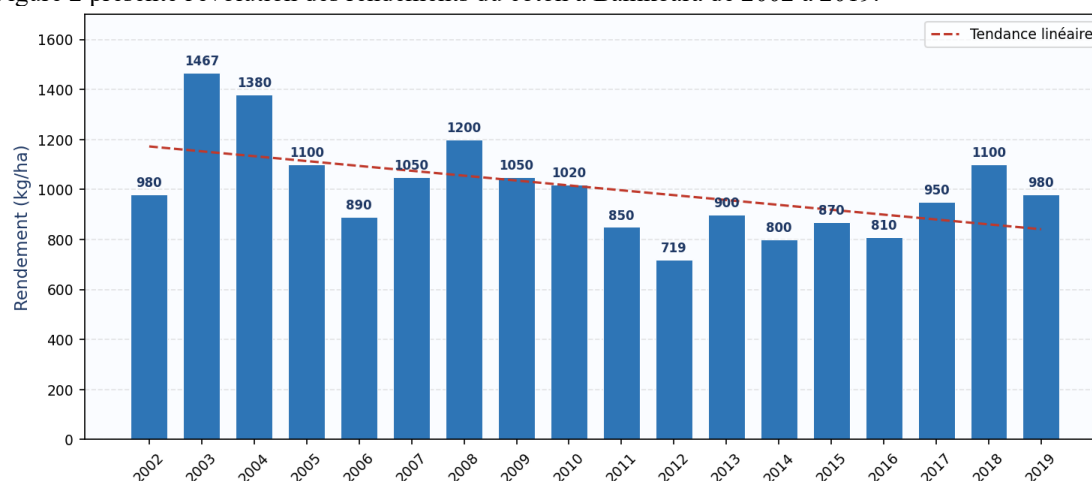


Figure 2 : Evolution des rendements du coton (kg/ha) — Commune de Banikoara, 2002-2019

Source : Compendiums des statistiques agricoles du MAEP (2020)

L'analyse de la Figure 2 révèle une tendance baissière globale des rendements entre 2002 et 2019. Le rendement maximum a été enregistré en 2003 (1 467 kg/ha) et le minimum en 2012 (719 kg/ha), soit une perte de 51 % en neuf ans. Les baisses les plus marquées s'observent entre 2008 et 2014, période correspondant aux déficits

pluviométriques les plus sévères. Ces niveaux restent très inférieurs au potentiel variétal estimé (2 000–3 000 kg/ha).

La Figure 3 met en évidence la variation croisée de la pluviométrie et des rendements.

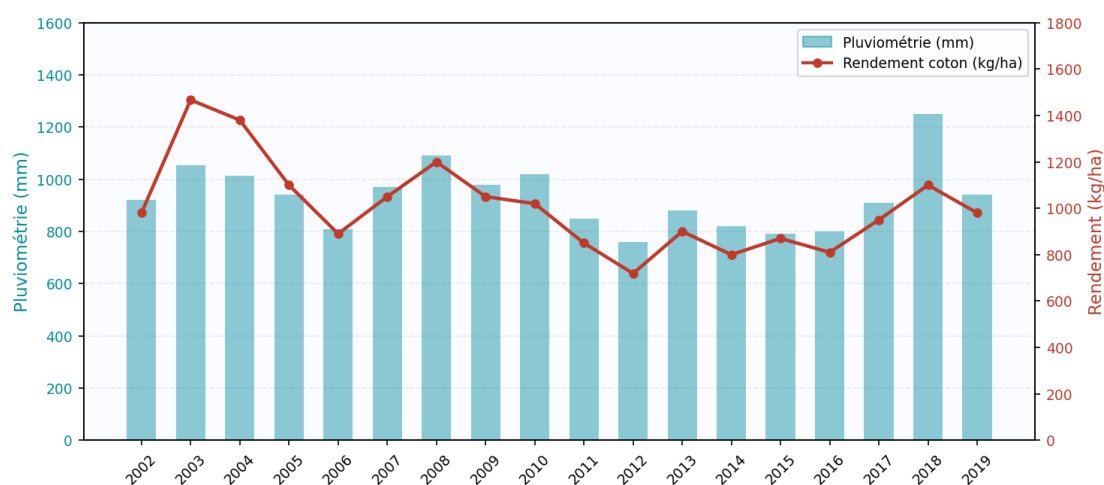


Figure 3 : Variation de la pluie (mm) et du rendement coton (kg/ha) à Banikoara de 2002 à 2019
Source : Météo-Bénin (2022) ; Compendiums des statistiques agricoles du MAEP (2020)

La Figure 3 confirme la co-évolution des pluies et des rendements. Le test de Kendall ($r = 0,71$; $p = 0,097$; $\alpha/2 = 0,025$) confirme une corrélation significative au seuil $\alpha = 0,05$ sur la période 1950–2020. Les années à forte pluviométrie (2003 : 1 053 mm ; 2008 : 1 091 mm ; 2018 : 1 249 mm) correspondent aux meilleures récoltes, tandis que les années déficitaires (2006, 2011, 2015, 2016) enregistrent les rendements les plus faibles.

3.4. Stratégies d'adaptation développées par les producteurs

La Figure 4 présente la hiérarchie des éléments de l'itinéraire technique ayant fait l'objet de pratiques d'adaptation.

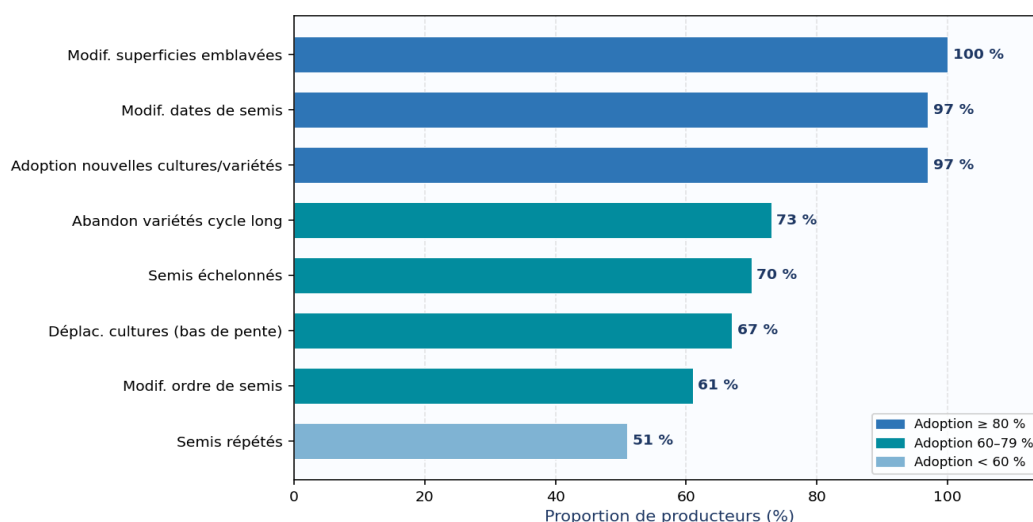


Figure 4 : Eléments de l'itinéraire technique ayant fait l'objet de pratiques d'adaptation adoptées par les producteurs

Source : Traitement de données, septembre 2022

La Figure 4 révèle que la modification des superficies emblavées (100 %) et l'adoption de nouvelles cultures (97 %) constituent les stratégies les plus universellement adoptées. La modification des dates de semis (97 %) vient en troisième position, suivie de l'abandon des variétés à long cycle (73 %), de la modification de l'ordre de semis (61 %), des semis échelonnés (70 %), du déplacement des cultures vers les bas de pente (67 %) et des semis répétés (51 %).

La planche 1 montre un champ de coton à différentes décades et sur différentes parcelles d'un producteur à Ounet.



Planche 1 : Champ de coton à différentes décades et sur différentes parcelles d'un producteur à Ounet : semis échelonnés afin d'obtenir le coton de premier, de deuxième voire de trois choix

Prise de vue : TODOE, juillet 2023

La planche 1 illustre une parcelle subdivisée en deux selon les dates de semis du coton. Selon le producteur, dix jours séparent les deux opérations de semis de coton sur la même parcelle (photo 1 et 2). Dans le cas spécifique du coton, les producteurs procèdent aux semis échelonnés afin d'obtenir le coton de premier, de deuxième voire de trois choix. Cette stratégie adaptative constitue l'apanage des paysans moins équipés dont les chefs d'exploitation interrogés ne disposant pas de charrue.

Le Tableau 2 présente la synthèse typologique de ces stratégies.

Tableau 2 : Typologie et fréquence des stratégies d'adaptation des producteurs du cotonnier

Catégorie	Pratique d'adaptation	Fréquence (%)	Nature
Calendrier cultural	Modification des dates de semis	97 %	Endogène
Calendrier cultural	Semis échelonnés	70 %	Endogène
Calendrier cultural	Semis répétés	51 %	Endogène
Calendrier cultural	Modification de l'ordre de semis	61 %	Endogène
Gestion variétale	Adoption de nouvelles cultures/variétés	97 %	Mixte
Gestion variétale	Abandon des variétés à long cycle	73 %	Endogène
Gestion spatiale	Modification des superficies emblavées	100 %	Endogène
Gestion spatiale	Déplacement des cultures vers les bas de pente	67 %	Endogène
Agronomie	Association culturale / restauration de la fertilité	nd	Endogène

Source : Enquêtes de terrain, septembre 2022

Légende : nd = non déterminé

L'analyse du tableau révèle que le producteur de coton est passé d'un rôle de cultivateur à celui de stratège climatique. De ce fait, la cohérence de son action réside dans la combinaison de la mobilité (changement de lieu et de date) et de la mutation (changement de semence). Le succès de cette adaptation repose sur un équilibre fragile : une forte capacité d'innovation locale (nature endogène) complétée par une nécessité critique de support scientifique pour le matériel végétal (nature mixte). La pérennité du système dépendra de la capacité à transformer ces ajustements réactifs en une gestion durable de la fertilité des sols.

IV. DISCUSSION DES RESULTATS

Les résultats de la présente recherche s'inscrivent dans une dynamique régionale de perturbation des régimes climatiques en Afrique de l'Ouest au sud du Sahara. La forte prévalence des perceptions négatives (retard des pluies : 73 % ; poches de sécheresse : 89 % ; chaleurs excessives : 87 %) converge avec les travaux d'Agossou *et al.* (2022), qui documentent des perceptions similaires chez plus de 75 % des producteurs de coton au Bénin et au Burkina Faso. Cette perception est objectivée par les données météorologiques, attestant d'une réduction de la durée de la saison agricole utile de 5-6 mois dans les années 1970 à 3-4 mois aujourd'hui, conformément aux observations de Niang *et al.* (2023) sur les rétroactions climatiques induites par la déforestation.

La corrélation significative entre pluviométrie et rendement du coton ($r = 0,71$; $p < 0,05$) confirme les travaux de Biauou *et al.* (2025), qui soulignent que le déficit hydrique aux stades critiques, floraison et

fructification, peut engendrer des pertes de rendement de 30 à 50 %. Cette relation est d'autant plus préoccupante que les projections de l'IPCC (2022) anticipent une augmentation des températures de 1,5 à 2°C et une diminution des précipitations de 5 à 15 % en Afrique de l'Ouest à l'horizon 2050. La période 2008-2014, enregistrant les baisses de rendement les plus importantes, coïncide précisément avec la phase de récession pluviométrique la plus marquée.

L'identification du déboisement comme cause principale de la variabilité climatique locale (57,93 % des producteurs) corrobore les travaux de Traoré *et al.* (2020), qui ont montré une régression du couvert forestier de 35 % dans le Nord-Bénin entre 1990 et 2020. Cette conscience environnementale endogène constitue un capital symbolique précieux pour des programmes de reforestation participatifs. Gbenou *et al.* (2024) montrent par ailleurs que la déforestation amplifie les perturbations pluviométriques en réduisant les flux d'évapotranspiration et en augmentant l'albédo de surface.

Les stratégies d'adaptation révèlent une remarquable capacité d'innovation endogène. La quasi-universalité de la modification des superficies emblavées (100 %) et de l'adoption de nouvelles cultures (97 %) traduit une réorganisation profonde des systèmes de production. Ces résultats confirment ceux de Zougmore *et al.* (2021), qui identifient l'ajustement du calendrier culturel et la diversification variétale comme les stratégies les plus efficaces et accessibles pour les petits producteurs. Les semis échelonnés (70 %) constituent une forme d'assurance climatique endogène comparable au portfolio farming décrit par Kamau *et al.* (2021).

La mobilité spatiale vers les bas de pente (67 %) valorise l'humidité résiduelle des zones topographiquement basses. Toutefois, comme le soulignent Asante *et al.* (2022), cette pratique soulève des questions de durabilité foncière et de dégradation des écosystèmes ripicoles, risquant d'aggraver paradoxalement les perturbations climatiques que les producteurs cherchent à éviter.

L'abandon des variétés à long cycle (73 %) au profit de variétés précoces, bien que logique à court terme, soulève des préoccupations quant à la biodiversité cultivée. Selon Gbenou *et al.* (2024), la réduction de la diversité variétale peut fragiliser la base génétique disponible pour l'adaptation future, créant un compromis entre résilience immédiate et capacité adaptative à long terme.

Enfin, la faiblesse des stratégies technologiques (irrigation, intrants améliorés) reflète les contraintes économiques documentées par Coulibaly *et al.* (2023). Le coût élevé des intrants (8,71 % des raisons citées de baisse de rendement) plaide en faveur d'une approche intégrée combinant accès aux technologies adaptées, mécanismes de financement ruraux et renforcement des services de conseil agroclimatique, à l'instar des dispositifs du programme CCAFS en Afrique de l'Ouest (Zougmore *et al.*, 2021).

V. CONCLUSION

Cette étude met en lumière la vulnérabilité climatique de la production cotonnière à Banikoara et la diversité des réponses adaptatives des producteurs. Les investigations en milieu réel, ont permis de retenir que la variabilité climatique constitue une contrainte structurelle avérée, se traduisant par une baisse tendancielle des rendements (-51 % entre 2003 et 2012) fortement corrélée aux déficits pluviométriques ($r = 0,71$). Cette réalité biophysique est amplifiée par la déforestation, dont les effets sur le microclimat local sont bien documentés dans la littérature récente. En ce qui concerne les stratégies d'adaptation, les producteurs ont développé un répertoire adaptatif endogène diversifié et pragmatique combinant ajustement du calendrier culturel, diversification variétale et mobilité spatiale. Ces pratiques témoignent d'une capacité de résilience réelle, mais insuffisante face aux déficits climatiques projetés à l'horizon 2050.

Dans ce contexte, le renforcement de la résilience climatique du secteur cotonnier requiert trois axes d'intervention prioritaires : (i) l'amélioration et diffusion de variétés tolérantes à la sécheresse adaptées au contexte local ; (ii) l'intégration des prévisions agroclimatiques saisonnières dans les dispositifs de conseil aux producteurs ; (iii) le développement de mécanismes de financement ruraux pour l'adoption des technologies d'adaptation, notamment la petite irrigation complémentaire.

Des recherches complémentaires sur la modélisation des impacts des scénarios climatiques sur les rendements cotonniers à Banikoara permettront d'approfondir les options d'adaptation à l'échelle communale.

RÉFÉRENCES

- [1]. Agossou, D. S. M., Yabi, I., & Tente, A. B. H. (2022). Perceptions paysannes des changements climatiques et stratégies d'adaptation dans les zones cotonnières d'Afrique de l'Ouest. *Revue de Géographie Tropicale et d'Environnement*, 14(1), 55–72.
- [2]. Asante, E. A., Mensah, A., & Akpoti, K. (2022). Agricultural land use change and groundwater depletion in semi-arid West Africa. *Agricultural Water Management*, 265, 107529. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2022.107529>
- [3]. Biaoou, F. H., Yabi, I., & Afouda, F. (2025). Résilience des systèmes maraîchers face aux irrégularités pluviométriques en Bénin méridional. *Climate & Agriculture Review*, 12(3), 201–218.
- [4]. Coulibaly, J. Y., Vall, E., & Andrieu, N. (2023). Smallholder farmers' adaptive capacity to climate variability in cotton-based cropping systems in West Africa. *Agricultural Systems*, 211, 103735.
- [5]. FAO. (2022). *The State of Food and Agriculture 2022*. Food and Agriculture Organization, Rome.
- [6]. FIDA. (2020). *Rapport sur le développement rural et la pauvreté en Afrique subsaharienne*. Fonds International de Développement Agricole, Rome.

- [7]. Gbenou, B., Houssou, C. S., & Boko, M. (2024). Diversité variétale cotonnière et résilience climatique dans le Nord-Bénin. *Agronomy for Sustainable Development*, 44(2), 18.
- [8]. INSAE. (2013). Cahiers des villages et quartiers de ville, département de l'Alibori. Institut National de la Statistique et de l'Analyse Économique, Cotonou.
- [9]. IPCC. (2022). *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Sixth Assessment Report, Working Group II*. Cambridge University Press.
- [10]. Kamau, S. K., Barrios, E., Muthuri, C., & Öborn, I. (2021). Intra-field crop diversification and topographic moisture gradients as adaptive strategies. *Climate Risk Management*, 34, 100364.
- [11]. MAEP. (2021). *Compendiums des statistiques agricoles du Bénin 2020*. Ministère de l'Agriculture, de l'Élevage et de la Pêche, Cotonou.
- [12]. Météo-Bénin. (2022). *Données climatologiques de la station de Banikoara (1950–2020)*. Direction Nationale de la Météorologie, Cotonou.
- [13]. Niang, I., Balde, R., & Diop, M. (2023). Deforestation and regional climate feedbacks in the Sudano-Sahelian zone. *Environmental Research Letters*, 18(4), 044028.
- [14]. Schwartz, D. (2002). *Méthodes statistiques à l'usage des médecins et biologistes (4e éd.)*. Flammarion Médecine-Sciences, Paris.
- [15]. Traoré, B., Bado, B. V., & Sanou, J. (2020). Land-use change and forest degradation trends in Northern Benin and Burkina Faso. *Land Degradation & Development*, 31(15), 2051–2064.
- [16]. Zougmore, R., Partey, S., Ouédraogo, M., & Thornton, P. (2021). Toward climate-smart agriculture in West Africa. *Agricultural Systems*, 187, 103038.