

Impact des changements climatiques sur le revenu des producteurs de Maïs dans la région de Sikasso, Mali

Impact of climate change on the income of maize producers in the Sikasso region, Mali

Dicko Boubacar Sidik Salihou¹ *, Coulibaly Lassina^{1,2}, Coulibaly Yamadou³

¹Institut Polytechnique Rural de Formation et de Recherche Appliquée (IPR/IFRA), Mali

²Agence de l'Environnement et du Développement Durable, Bamako, Mali

³Centre d'Excellence Régional sur les Villes Durables en Afrique (CERViDA-Dounedon), Université de Lomé (UL), BP 1515 Lomé 1 ; Togo

(*) Auteur correspondant : bdicko181@gmail.com

ORCID des auteurs

Dicko Boubacar Sidik Salihou : <https://orcid.org/0009-0002-1577-8854> ; Coulibaly Yamadou : <https://orcid.org/0009-0008-2209-3638>

Coulibaly Lassina : <https://orcid.org/10.1002/2013WR015090>

Comment citer l'article : Dicko Boubacar Sidik Salihou, Coulibaly Lassina, Coulibaly Yamadou (2025) Impact des changements climatiques sur le revenu des producteurs de Maïs dans la région de Sikasso, Mali. *Revue Écosystèmes et Paysages*, 5(1), 1-11, e-ISSN (Online) : 2790-3230

doi: <https://doi.org/10.59384/recopays.tg5112>

Reçu : 30 mars 2025

Accepté : 15 juin 2025

Publié : 30 juin 2025



Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Résumé

La région de Sikasso au Mali est la plus fertile et arrosée de ce pays sahélien selon le bulletin hydraulique de la Météo. Pourtant les statistiques nationales et internationales ont reporté à plusieurs reprises que cette même région était la région la plus pauvre du pays, et ce, sur une période couvrant une douzaine d'années, et que les producteurs de coton et maïs étaient eux-mêmes plus pauvres en moyenne que l'ensemble des paysans du pays. La présente étude vise à apporter une connaissance sur l'impact des changements climatiques sur leur revenu des producteurs. L'approche Ricardienne est utilisée pour mener cette étude. Le modèle est basé sur les réponses observées des cultures et des fermiers aux conditions climatiques. Il mesure comment la rentabilité agricole varie avec le climat local en contrôlant les autres facteurs. Les résultats montrent que le rendement du Maïs baisse considérablement quand la température augmente. De 2008 à 2017, le rendement a augmenté au fil du temps (3200 Kg/ha en 2008 à 4100 Kg/ha en 2017). Quant à la pluviométrie et la superficie, leur variation impacte peu sur le rendement du Maïs. Cela s'explique par le fait que la zone de Sikasso a un climat tropical et que le Maïs est peu exigeant en eau. La température moyenne augmente de 1°C, les revenus nets des agriculteurs baisseront de 29F CFA par hectare. Afin d'améliorer les conditions de vie des producteurs de Maïs du Mali, nous recommandons aux producteurs : La pratique de l'agroforesterie ; Mettre en place un système d'alerte précoce permettant aux agriculteurs d'être informés sur le calendrier agricole, faire la promotion de variétés adaptées aux changements climatiques et faire la promotion de l'assurance agricole.

Mots clés : Changement climatique, Rendement, Revenu des producteurs du Maïs, Région de Sikasso, Mali.

Abstract

The Sikasso region of Mali is the most fertile and watered region in this Sahelian country, according to the weather forecast. However, national and international statistics have repeatedly reported that this same Sikasso region was the poorest region in the country over a period of about twelve years, and that cotton and corn producers were themselves poorer on average than the country's farmers as a whole. The study of the impact of climate change on the income of corn producers in Sikasso aims to contribute to the analysis of the impact of climate change on their income. The Ricardian approach is the approach used to conduct this study. The model is based on the observed responses of crops and farmers to climatic conditions. It measures how agricultural profitability varies with the local climate while controlling for other factors. The results show that corn yields decrease significantly as temperatures increase. From 2008 to 2017, yields increased over time (3,200 kg/ha in 2008 to 4,100 kg/ha in 2021). As for rainfall and land area, their variation has little impact on maize yield. This is explained by the fact that the Sikasso region has a tropical climate and maize requires little water. If the average temperature increases by 1°C, farmers' net income will decrease by 29 CFA francs per hectare. To improve the living conditions of maize producers in Mali, we recommend that producers: Practice agroforestry; Establish an early warning system to inform farmers about the agricultural calendar; promote varieties adapted to climate change; and promote agricultural insurance.

Keywords: Climate change, Yield, Income of maize producers, Sikasso region, Mali.

1. Introduction

L'économie du Mali repose largement sur l'agriculture, un secteur vulnérable aux variations climatiques. Selon le rapport de l'Agence Nationale de la Météorologie sur les changements climatiques au Mali et leurs impacts (Diarra, 2011), le climat malien se distingue par un déficit pluviométrique important, une nature rigoureuse et un environnement fragile exposé aux risques, avec une pluviométrie marquée par de fortes irrégularités interannuelles et spatio-temporelles.

Ce qui a un impact direct sur les rendements et la production agro-pastorale. Les aléas climatiques affectent la stabilité de la production agro-pastorale et celle des recettes d'exportation fragilisent ainsi l'économie du pays. Les cultures telles que le maïs et le coton restent les plus cultivées et commercialisées (DNA, 2017). Mais force est de constater qu'au cours de ces dernières années, les rendements de ces cultures montrent des signes de déclin par cette situation préoccupante (Diarra, 2011).

Dans ce contexte national vulnérable, la région de Sikasso, malgré ses atouts agricoles, fait face à des défis similaires. Elle est la plus fertile et arrosée de ce pays sahélien selon le bulletin hydraulique de la Météo (DNH, 2016). Elle est de ce fait la région la plus prospère en termes de production agricole et ses excédents alimentaires se distribuent dans l'ensemble du pays. Mais cette région est surtout la région de production de l'or blanc (coton), la principale richesse agro-industrielle du Mali. La zone cotonnière recueille depuis des décennies l'appui des pouvoirs publics et des bailleurs de fonds, qui ont construit une filière publique intégrée de production. Avec la zone rizicole de l'Office du Niger, la zone cotonnière est sans conteste celle qui a canalisé la majeure partie des efforts de développement agricole du pays (Diarra, 2013). Le coton et le maïs sont cultivés de façon combinée dans la région de Sikasso par les mêmes producteurs pour permettre d'assurer une bonne rotation de culture afin d'aider à maintenir la fertilité du sol et à réduire les risques de maladies et de ravageurs. De plus, le maïs est utilisé comme culture de couverture pour protéger le sol et améliorer sa structure (CMDT, 2017). L'apport des engrais et les traitements influencent les paramètres de croissance et le rendement de maïs (Atakpama et al, 2024).

Selon le rapport du développement Institution & analyses de long terme (Diall, 2009), les statistiques de la pauvreté suggèrent que la région de Sikasso - région dans laquelle le coton et maïs sont essentiellement cultivés fait partie des régions les plus pauvres du pays et que les producteurs de coton et maïs sont en moyenne plus pauvres que les autres agriculteurs.

Ce paradoxe a été mis en lumière lors de la publication des résultats de l'enquête nationale ELIM (2006), qui apporte de nouveaux éléments permettant afin d'examiner spécifiquement la situation des producteurs de coton et de maïs. Les résultats publiés en 2007 confirment la situation particulière de la région de Sikasso et font le lien entre pauvreté et culture du coton. Ainsi, le rapport DNSI (2007) affirme : « Le groupe de ménages le plus pauvre est celui dirigé par les agriculteurs et notamment les coton/maïs-

culteurs de la région de Sikasso ». Le taux de pauvreté serait de loin le plus élevé parmi les producteurs du coton et maïs : 77.8% contre 53% chez les autres agriculteurs et 47.4% au niveau national.

Face à cette situation, il est nécessaire d'apporter des réponses et recommandations à ce paradoxe. D'où est née l'idée de la présente étude. Cette étude vise donc à analyser l'impact du changement climatique sur les revenus des producteurs de maïs à Sikasso et proposer des solutions pour améliorer leur résilience face à ces défis. Il s'agit d'établir les relations entre le changement climatique et la production du maïs à Sikasso et de déterminer les impacts marginaux et les élasticités de la température et de la précipitation sur le revenu des producteurs.

2. Matériel et Méthode

2.1 Description du milieu d'étude

La région de Sikasso, située au sud du Mali, est frontalière avec la Côte d'Ivoire, le Burkina Faso et la Guinée, et se caractérise par un climat soudano-guinéen propice à l'agriculture. Elle est choisie dans le cadre de cette étude du fait de sa place dans la production du coton et du maïs. Première région du Mali en production de l'or blanc (coton) soit 2/3 de la production nationale, la région de Sikasso à elle seule abrite les deux grandes filiales de production de la Compagnie Malienne pour le Développement des Textiles (CMDT), filiale sud et la filiale de Koutiala. La population est essentiellement composée des coton/maïs-culteurs. La région de Sikasso est la région la plus arrosée du Mali avec un climat tropical de type soudanien. Elle est aussi la région où le taux de pauvreté atteint son niveau le plus élevé, les ménages les plus défavorisés étant ceux dirigés par des agriculteurs, en particulier les coton-culteurs, selon le rapport DNSI (2007).

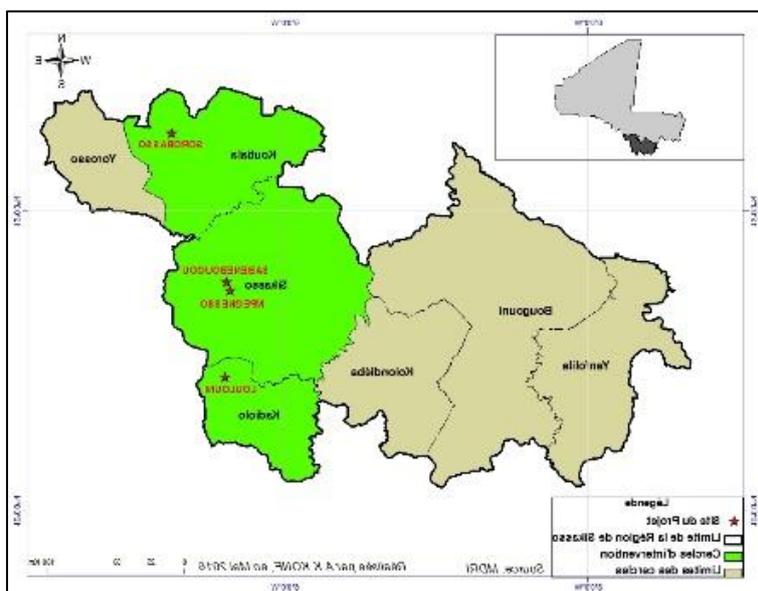


Figure 1. Carte de la région de Sikasso

2.2. Collecte des données

Deux types de données ont été utilisés pour cette étude : les données agronomiques et les données météorologiques.

✓ Données agronomiques

Les données agronomiques ont été obtenues au niveau des structures nationales agronomiques l'Institut d'Economie Rurale (IER), Compagnie Malienne pour le Développement des Textiles (CMDT). Elles ont concerné les facteurs de production (intrants agricoles, équipements, et main d'œuvre), les données de la production (rendement, superficie, production). Ces données ont été collectées sur une période de 10 ans de 2008 à 2017.

✓ Données météorologiques

Les données météorologiques ont été collectées au niveau de la structure météorologique (Météo Mali). Il s'agit des données sur le climat (températures annuelles, la pluviométrie). Ces données ont été collectées pour la période de 2008 à 2017 soit une période 10 ans.

Cadre théorique

L'approche Ricardienne est l'approche utilisée pour mener cette étude (Mendelsohn, 1994). Le modèle est basé sur les réponses observées des cultures et des fermiers aux conditions climatiques. Il mesure comment la rentabilité agricole varie avec le climat local en contrôlant les autres facteurs. Elle a été choisie sur l'approche par la fonction de production du fait qu'elle a tendance à surestimer les dommages des changements climatiques sur la production en omettant les diverses possibilités d'adaptation des agriculteurs en réponse aux conditions socio-économiques et environnementales (Mendelsohn *et al.*, 1994). Pour corriger ce biais, Mendelsohn *et al.* (1994) ont développé l'approche Ricardienne qui évalue l'impact direct du climat sur les revenus agricoles en tenant compte des adaptations potentielles aux changements climatiques (substitutions indirectes des intrants, introduction de nouvelles activités, etc.). Elle permet de comparer la sensibilité aux changements climatiques de différentes régions car elle relie les différences interrégionales du climat à la différence de la valeur de la terre.

L'approche Ricardienne a été utilisée par Dinar *et al.* (1998) pour estimer l'impact des changements climatiques sur l'agriculture indienne. De même, Gbetibouo *et al.* (2005), et Ouedraogo (2012), l'ont appliqué pour évaluer l'impact des changements climatiques sur l'agriculture respectivement en Afrique du Sud et au Burkina Faso. L'approche Ricardienne est basée sur la rente foncière qui est considérée comme le revenu (ou produit net) de la meilleure utilisation de la terre. La rente foncière représente la production nette de la terre. Le revenu net agricole (V) représente la valeur actuelle de la productivité future de la terre. Le principe est traduit par l'équation suivante (Mendelsohn *et al.*, 2003).

$$V = \int P_{LE} e^{-\delta t} dt$$

$$= \int \left[\sum P_i Q_i (X, F, Z, G) - \sum R X \right] e^{-\delta t} dt$$

Où : PLE = revenu net par hectare, Pi = prix de marché de la culture i,

Qi = quantité produite de la culture i,

F = vecteur des variables climatiques climat

Z = ensemble des variables édaphiques,

G = ensemble des variables socio-économiques telles que l'accès au marché et au capital,

X = vecteur des facteurs de production (autres que la terre),

R = vecteur des prix des facteurs de production,

t = temps et = taux d'actualisation.

Les agriculteurs sont supposés maximiser leurs revenus nets en utilisant les facteurs de production comme la terre, le travail, les intrants (X) en fonction des caractéristiques de leur exploitation et en faisant face aux conditions climatiques (F), aux conditions des sols (Z), aux caractéristiques socio-économiques (G), et aux prix des facteurs (R). Le modèle ricardien examine comment l'ensemble des variables endogènes F, Z, et G, affectent la valeur de la ferme.

Le modèle est basé sur les réponses observées des cultures et des fermiers aux conditions climatiques. Il mesure comment la rentabilité agricole varie avec le climat local en contrôlant les autres facteurs.

Par la suite, en s'inspirant de l'estimation des coûts de production agricole un modèle de régressions indépendantes a été réalisé à partir du logiciel STATA. Le modèle Logit se base sur la loi logistique de distribution de probabilité. C'est fondamentalement pour des raisons de commodité que le modèle de régression logistique (Logit) a été utilisé dans cette étude. Considérons que le modèle comprenne une Équation de régression multiple de la forme :

$$Y_{pi} = \sum_{j=1}^k X_{pij} \beta_{ij} + \epsilon_{pi} ; p = 1, 2, 3, \dots, P ; i = 1, 2, 3, \dots, S ; j = 1, 2, 3, \dots$$

où, Y_{pi} est la $p^{i\text{ème}}$ observation de $j^{i\text{ème}}$ variable dépendante qui doit être expliquée par $i^{i\text{ème}}$ équation régression, X_{pij} est la $p^{i\text{ème}}$ observation de la variable explicative apparaissant dans la $i^{i\text{ème}}$ équation, β_{ij} est le coefficient associé X_{pij} à chaque observation et ϵ_{pi} est la $p^{i\text{ème}}$ valeur de la composante d'erreur aléatoire associé à $i^{i\text{ème}}$ équation du modèle.

Pour cette étude, nous avons utilisé une variante du model de Ricardo, où le revenu est calculé à partir de la valeur de la production évalué au prix du marché.

Présentation des variables incluses dans le modèle

Variables expliquées

La variable expliquée représente le rendement des productions de maïs (RMaïs).

Variables explicatives

Les variables explicatives introduites dans le modèle empirique sont les données annuelles liées à la pluviométrie (Plu), la température (Temp), la superficie (Sup) et l'année de production. Ces variables ont été introduites dans le modèle de régression car elles représentent les principaux indicateurs climatiques et de production susceptibles d'influencer les différents rendements de production. En partant de la littérature, elles pourraient toutes avoir un effet négatif sur le rendement des productions de maïs (RMaïs).

Tableau 1 : présente un récapitulatif de l'ensemble des variables introduites dans le modèle avec leur signe attendu

Variables	Type de variables	Description	
Rendement du maïs (RMaïs),	Quantitative	Variables dépendantes	
Variables explicatives du modèle			Signe attendu
Pluviométrie (Plu)	Quantitative	Données annuelle liées à la pluviométrie	-
Température (Temp)	Quantitative	Données annuelle liées à la température	-
La superficie (Sup)	Quantitative	Données annuelle liées à la superficie	-
L'année de production	Quantitative	Données annuelle liées à l'année de production	-

2.3. Analyse des données

Les données collectées ont été analysées et traitées à travers les logiciels Stata et Excel. Le choix Stata et Excel pour l'analyse des données dépend de plusieurs facteurs, notamment les besoins spécifiques de l'analyse, les compétences de l'utilisateur et les fonctionnalités offertes par chaque logiciel.

Plusieurs méthodes ont été utilisées dans la littérature pour évaluer l'impact des changements climatiques sur l'agriculture. Parmi ces approches, on peut distinguer l'approche par la fonction de production et l'approche Ricardienne.

3. Résultats

3.1. Données pluviométriques dans la zone d'étude

La pluviométrie

Le régime pluviométrique dans les cercles de Sikasso et Bougouni est monomodal avec une saison de pluie (avril à octobre) et une saison sèche (novembre à mars). De 2008 à 2017, la pluie maximale moyenne se situe entre juillet et septembre qui varie moyennement de 253,3mm à 343,2mm dans le cercle de Sikasso et de 237,1mm à 277,4mm dans le cercle de Bougouni.

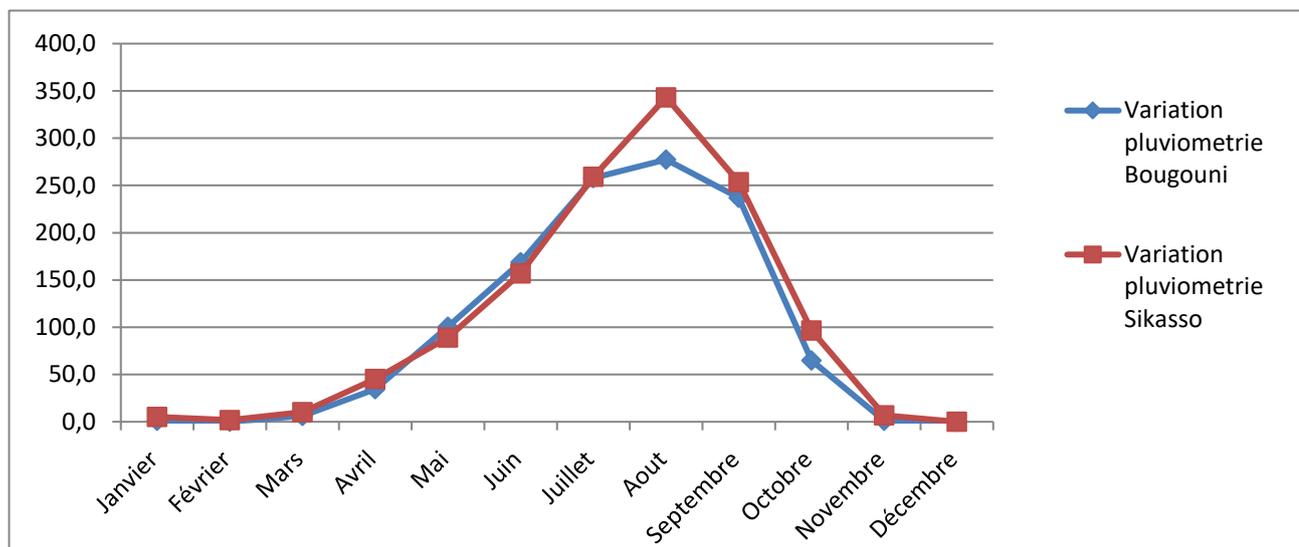


Figure 1. La pluviométrie

La Tendance interannuelle de la pluviométrie :

La Figure 3 met en évidence les variations interannuelles des pluviométries moyennes de Sikasso et Bougouni sur la période de 2008-2017. La pluviométrie moyenne sur cette période tourne autour de 1151,45mm dans le cercle de Bougouni et 1225,51 mm dans le cercle de Sikasso. Le cercle de Sikasso est plus arrosé de 2015 à 2016 et celui de Bougouni en 2008. Notons que de 2015 à 2017 la pluviométrie du cercle de Bougouni a considérablement chuté de 1252,2 mm à 864,6 mm. Nous constatons une tendance à la baisse de la pluie dans le cercle de Bougouni et une augmentation de la tendance dans le cercle de Sikasso.

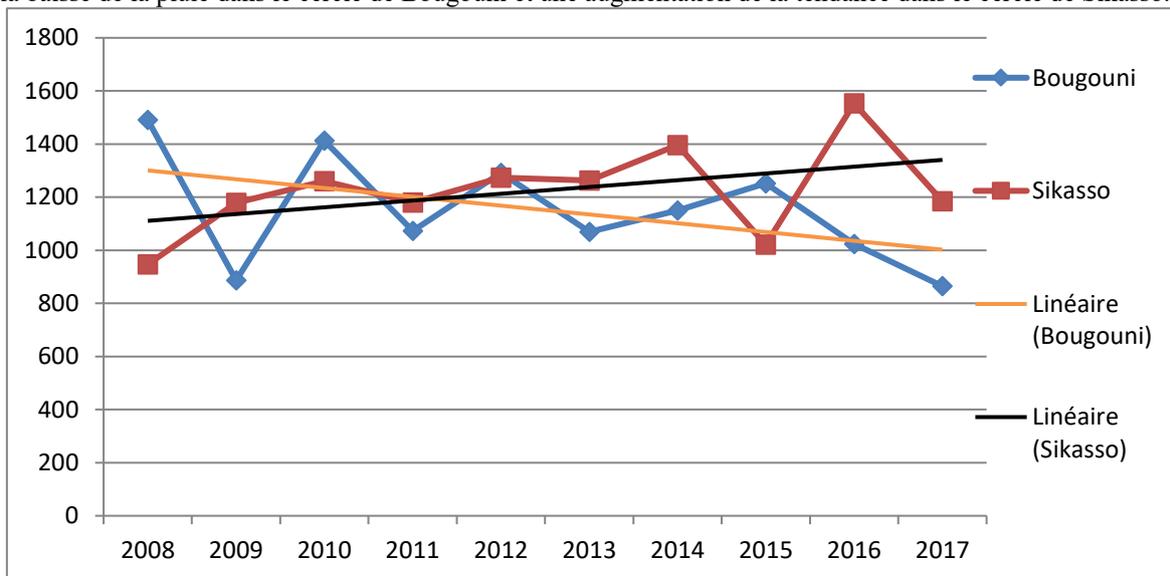


Figure 2. Tendance de la pluviométrie

3.2. Données thermiques dans la zone d'étude

Régime Thermique

Les températures moyennes mensuelles et annuelles sur la période 2008-2018, ont permis d'étudier l'évolution de ce paramètre dans la région de Sikasso. La Figure 4 révèle que la température moyenne croit de 25°C en janvier à 31,8°C en avril. Cette période qui est la plus chaude de l'année ne favorise pas la production du coton et du maïs. Bon nombre de producteurs s'adonnent donc à d'autres activités telles que le commerce, le transport et le maraîchage. La température chute progressivement de

30,4 °C en mai à 26,1 °C en août puis croit progressivement de 26,6 °C en septembre à 28,2°C en octobre. Notons qu'à partir de novembre la température diminue de 27, 8 °C à 25,1 °C en décembre.

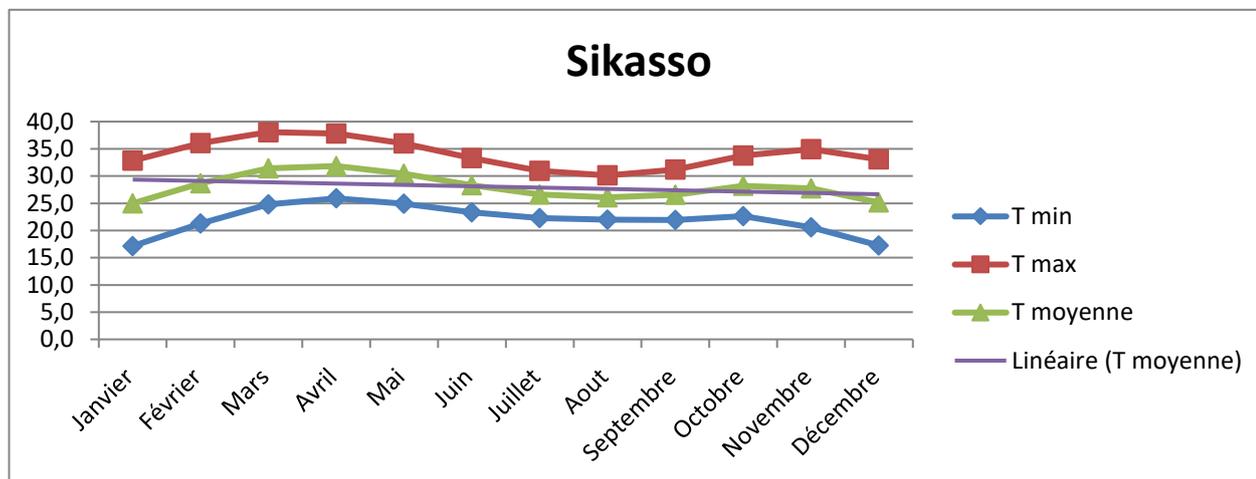


Figure 3. Régime Thermique

Variabilité thermométrique

Les variations interannuelles des températures moyennes, maxima et minima sur la période de 2008-2017 à la station de Sikasso indique une température moyenne autour de 28°C. L'évolution de la température moyenne varie entre 27,5°C en 2008 à 28°C en 2011 soit une augmentation de 0,5°C. La température moyenne chute de 27,5°C en 2012 et fait une croissance de 0,3°C 2013 à 2017. Nous pouvons constater une légère hausse de 0.8°C de 2008 à 2017.

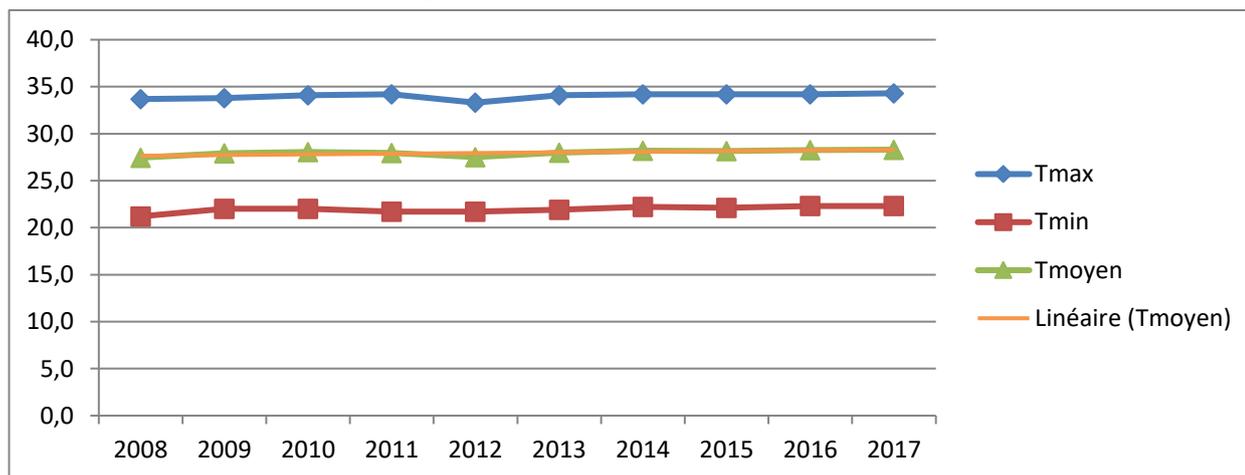


Figure 4. Variabilité thermométrique Sikasso

3.3. Analyse des variables Agronomiques

La production de maïs de Sikasso a varié de 42 245 t en 2008 à 1 219 171 t en 2011, soit une hausse du volume de production de 1 176 926 t ; puis un déclin de 1 084 948 t du volume de production entre 2011 et 2014. Entre 2014 et 2016, la production du maïs est passée de 1 219 171 t à 273 033 t soit une hausse de 946 138 t.

L'espace cultivé a également varié dans le cercle de 13 202 ha en 2008 à 297 359 ha en 2011, soit une augmentation de 284 157 ha, suivi d'une baisse de 259221 ha de la superficie cultivée entre 2011 et 2015. Entre 2015 et 2016, la superficie cultivée du maïs est passée de 38138 ha en a 63496 ha, soit une variation de 25 358 ha.

Quant au rendement du maïs, notons qu'il a été enregistré une variation de 3200 Kg/ha en 2008 à 3100 Kg/ha en 2009, soit une baisse de 100 Kg / ha. Entre 2009 à 2010, le rendement a connu une augmentation de 1100 Kg/ha. Le rendement obtenu en 2010

chute jusqu'à attendre 2900 Kg / ha en 2014. De 2014 à 2016, le rendement varie de 2900 Kg/ha à 4300 Kg/ha, soit une hausse de 1400 Kg/ha.

La Figure montre l'évolution des productions totales, des rendements et des espaces cultivés du maïs de 2008 à 2017.

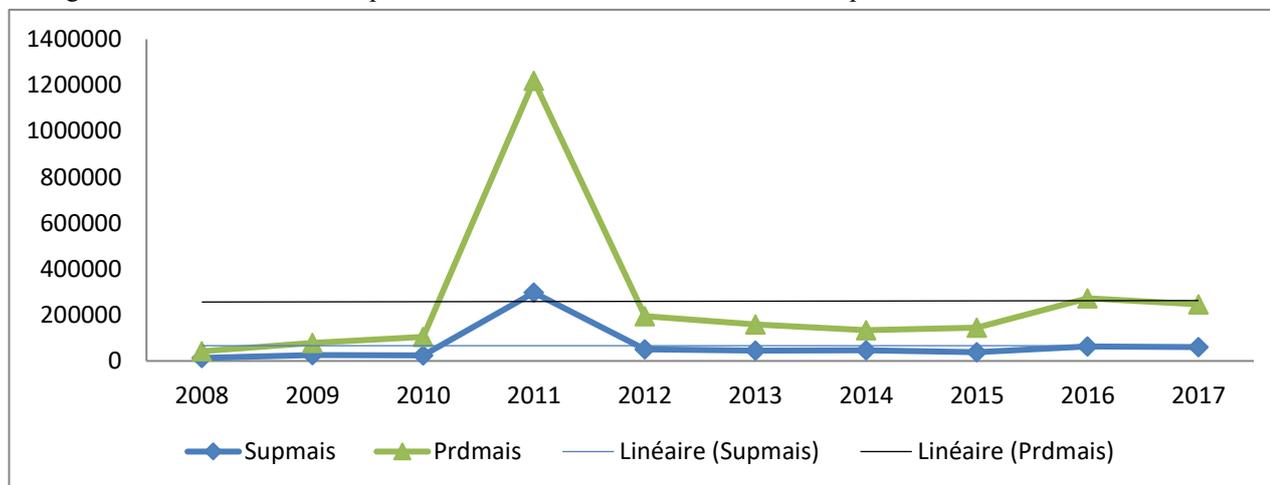


Figure 5. production et emblavure du maïs Sikasso

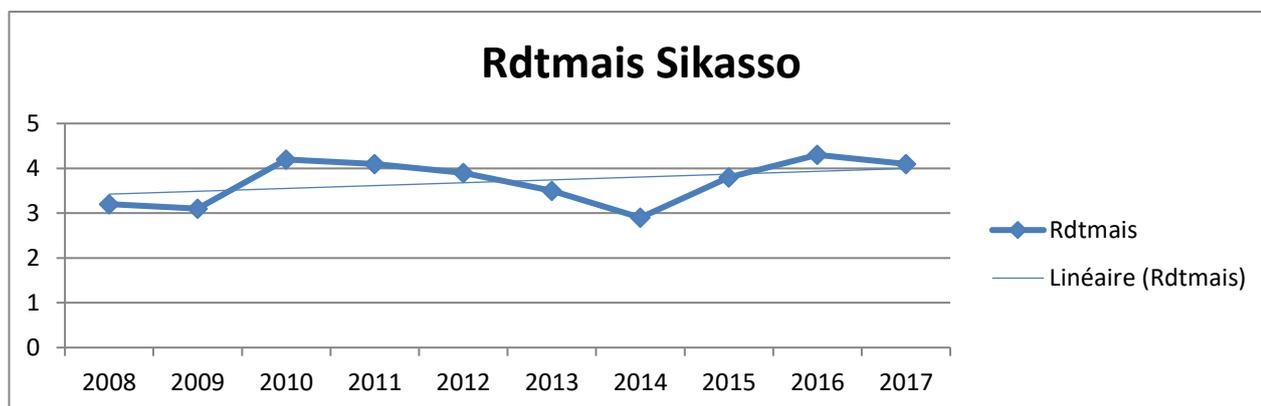


Figure 6. Rendement Maïs à Sikasso

3.4. Effet des indicateurs climatiques sur le rendement des productions

Les résultats de la régression indépendante ont indiqué que les variations observées dans les variables explicatives éventuelles expliquent 53 % des variations observées dans la production du Maïs. En plus du fait que le R-carré soit plus ou moins élevé, notons que le modèle est globalement significatif. Le modèle est globalement significatif au seuil de 5 % ($p = 0,01 < 1 \%$). Ce résultat indique que la modélisation utilisée dans le cadre de cette étude est bien justifiée. Ainsi le rendement du maïs dépend principalement de la température (au seuil de 1%).

Tableau 1. les résultats de l'estimation du modèle de régression apparemment indépendante du Maïs

	Rendement du Maïs (RMaïs)	
	Coefficient	P> z
Température (Temp)	-0.8288569	0.007
Pluviométrie (Plu)	-.0002731	0.690
Années	0.2067519	0.036
Supmaïs	-0.0000205	0.190

Résumé du Modelé	
Constante	-383.1461
Observation	20
Paramètres	04
R-Square	0.5343
Probabilité	0.0162

Tableau 2. Impact marginal et élasticité du climat sur le revenu du Maïs (Fcfa /ha)

Variabes	Elasticité	Revenu (Fcfa/ha)
Température (Temp)	-7.35	2,9%

A l'issue de ces résultats, il a été constaté que le rendement du maïs baisse considérablement quand la température augmente. De 2008 à 2017, le rendement a augmenté au fil du temps. Quant à la pluviométrie et la superficie, leur variation impacte peu sur le rendement du Maïs. Cela s'explique par le fait que la zone de Sikasso a un climat tropical et que le Maïs est peu exigeant en eau. La moyenne des températures moyennes augmente de 1°C, les revenus nets des agriculteurs baisseront de 2,9% de revenu par hectare.

4. Discussion

Le milieu d'étude est marqué par une variabilité des précipitations et une hausse progressive des températures. Entre 2008 et 2018, la région de Sikasso a connu une évolution des températures moyennes, passant de 25°C en janvier à 31,8°C en avril, période la plus chaude de l'année, avant de diminuer graduellement jusqu'en août. Ces fluctuations climatiques ont un impact significatif sur la production agricole (Folega et al. 2023), poussant certains producteurs à diversifier leurs activités vers le commerce, le transport et le maraîchage. Par ailleurs, entre 2008 et 2017, la température moyenne enregistrée à la station de Sikasso a augmenté de 0,8°C, passant de 27,5°C en 2008 à environ 28°C en 2017, avec des variations intermédiaires. Cette instabilité thermique perturbe fortement l'activité agricole, affectant les moyens de subsistance des producteurs locaux. Ces résultats sont en accord avec ceux de Matoumouene et al. (2023), qui attribuent la diminution des rendements aux anomalies climatiques, notamment aux températures élevées. Ces facteurs influencent directement la productivité des cultures agricoles et, par conséquent, les niveaux de production. L'augmentation des températures représente également un défi pour le rendement du maïs. Une température inférieure à un certain seuil compromet la production, empêchant les semis de bénéficier de conditions optimales pour germer, ce qui entraîne leur pourrissement dans le sol.

Les résultats de l'étude dans la région montrent que la température est un facteur déterminant du rendement du maïs, avec une influence statistiquement significative (au seuil de 1 %). Cette tendance est confirmée par Diarra (2011) et Nestor (2019), qui estiment que la hausse des températures entraîne des baisses de rendement du maïs allant de 10 à 30 %.

La pluviométrie est un paramètre climatique très déterminant dans la production agricole dans la région de Sikasso. Entre 2008 et 2017, le cercle de Sikasso a enregistré une pluviométrie moyenne plus élevée (1225,51 mm) que celui de Bougouni (1151,45 mm), avec une diminution significative des précipitations à Bougouni entre 2015 et 2017, alors que Sikasso observait une tendance à l'augmentation des pluies. Les données confirment le constat de la DNH (2016). Cependant cette variation positive de la pluviométrie a été suivie par des poches de sécheresses impactant ainsi la production. De 2008 à 2016, la production de maïs à Sikasso a connu d'importantes variations, marquées par une forte croissance jusqu'en 2011, suivie d'une baisse entre 2011 et 2014, tandis que les variations de la superficie cultivée et du rendement ont contribué à modifier la dynamique agricole de la région. Cette baisse de la production est aussi évoquée par la CMDT dans son rapport de 2017, que la région connaît des cas de retard dans l'installation des pluies, des poches de sécheresse en pleine saison pluvieuse ou d'un prolongement de saison diminuant ainsi la production du maïs dans la région de Sikasso.

Cette évolution des précipitations dans ces deux dernières décennies a entraîné un bouleversement du calendrier agricole et par conséquent une baisse des rendements agricoles. Pour Kombate et al. (2022), les productions végétales et animales, dont les besoins en eau sont particulièrement importants notamment les cultures vivrières (sorgho, maïs, mil, riz) et de rente (coton), l'élevage et la pêche, risquent notamment d'être affectées par l'augmentation des températures, la multiplication et la prolongation des épisodes de sécheresses, et des précipitations de plus en plus irrégulières.

Les résultats vont dans le sens que ceux de Bazzaz et Sombroek (1997) et Ancy (1983) qui a révélé que l'irrégularité des précipitations a compromis le bon rendement agricole avec toutes ses conséquences sur l'alimentation. La réduction de la production du maïs est en rapport avec la température et l'irrégularité des précipitations. La possibilité de semer à bonne date devient

occasionnelle. Cette condition climatique contraint certains producteurs de la région de Sikasso à laisser progressivement la culture du maïs au profit du maraichage et de l'arboriculture. L'utilisation du cordon pierreux et les matières organiques sont devenues des stratégies, pour mieux faire face aux variations climatiques. Selon Abou et al (2023), l'utilisation rationnelle des facteurs de production et adoption des pratiques agroécologiques permettent d'améliorer le rendement de la production.

Les élasticité des variables climatiques sur le revenu des producteurs la moyenne des températures moyennes augmente de 1°C, les revenus nets des agriculteurs baisseront 2.9% par hectare. Quant à la pluviométrie et la superficie, leur variation impacte peu sur le rendement du Maïs. Cela s'explique par le fait que la zone de Sikasso a un climat tropical et que le Maïs est peu exigeant en eau. Bien que la région de Sikasso bénéficie d'une pluviométrie moyenne annuelle relativement élevée, c'est surtout l'irrégularité des précipitations qui affecte la production du maïs. Les retards dans l'installation des pluies ainsi que les poches de sécheresse en pleine saison compromettent la croissance des cultures bien plus que la quantité totale de pluie reçue.

Contrairement à Ouedraogo (2008), Les élasticité des variables climatiques montrent que les revenus agricoles sont très sensibles aux variations des précipitations au Burkina. Il ressort que l'augmentation des précipitations de 1 % entraîne une hausse des revenus agricoles de 14,7 %. Cependant, une augmentation des températures de 1 % entraîne une baisse des revenus agricoles de 3,6 %. Cela s'explique par le fait que la température moyenne de Sikasso est en dessous de la température optimale de croissance du maïs et a besoin d'une régularité des pluies après semi jusqu'à atteindre une hauteur considérable. Après le semis, l'eau est essentielle pour la germination et le développement initial des racines. Ensuite, une pluviométrie bien répartie permet d'éviter le stress hydrique, favorisant une croissance uniforme et une bonne formation des tiges et des feuilles. Toutefois, des excès d'eau ou des périodes prolongées de sécheresse (Folega et al. 2020) peuvent nuire à la plante. Pour Drame et al (2023), les causes de ce déséquilibre climatique sont à la fois naturelles et anthropiques (les coupes de bois, le développement urbain, les feux de brousses etc).

5. Conclusion

L'étude de l'impact des changements climatiques sur le revenu des producteurs de maïs dans la région de Sikasso qui a pour objectif de contribuer à l'analyse de l'impact des changements climatiques sur le revenu des producteurs nous a permis de comprendre à travers les résultats que :

- La région de Sikasso connaît une variation des précipitations et une hausse des températures. Cette situation compromet la disponibilité de ressource en eau, perturbe fortement l'activité agricole et affecte les moyens de vie et d'existence des acteurs locaux.
- La région connaît des cas de retard dans l'installation des pluies, des poches de sécheresse en pleine saison pluvieuse ou d'un prolongement de saison. Cette évolution des précipitations dans ces deux dernières décennies a entraîné un bouleversement du calendrier agricole et par conséquent une baisse des rendements agricoles.
- L'utilisation du cordon pierreux et les matières organiques sont devenues des stratégies de résilience, pour mieux faire face aux variations climatiques.

Contribution des auteurs

Rôle du contributeur	Noms des auteurs
Conceptualisation	Dicko Boubacar Sidik Salihou; Coulibaly Lassina
Gestion des données	Dicko Boubacar Sidik Salihou
Analyse formelle	Dicko Boubacar Sidik Salihou
Enquête et investigation	Dicko Boubacar Sidik Salihou, Coulibaly Yamadou
Méthodologie	Dicko Boubacar Sidik Salihou
Supervision Validation	Coulibaly Lassina
Écriture – Préparation	Dicko Boubacar Sidik Salihou
Écriture – Révision	Dicko Boubacar Sidik Salihou, Coulibaly Lassina, Coulibaly Yamadou

Références

Abdoulaye D, Barbier B, Yacouba H, (2013) Adaptation of Sahelian agriculture to climate change: A stochastic modeling approach. Science et Changements Planétaires - Secheresse. 24. 57-63. 10.1684/sec.2013.0371. DOI:10.1684/sec.2013.0371

- Abou Chabi Abdou Ganiou, Hountondji Sagbo Paul, Tovignan Silvère (2023). Analyse des efficacités techniques des exploitations en transition agroécologique en zone cotonnière au Nord du Bénin. *Rev Écosystèmes et Paysages (Togo)*, 3(2) : 1–15, e-ISSN (Online) : 2790-3230 DOI <https://doi.org/10.59384/recopays.tg3219>
- Aka A, Servat E, Paturel J E, Kouamé B, Lubes H, Masson J (1996) Analysis of the temporal variability of runoff in Ivory Coast: Statistical approach and phenomena characterization. *Hydrological Sciences Journal*. 41p. DOI:10.1080/02626669609491561
- Atakpama Wouyo, Kokou Kokouvi Bruno, Issifou Abdoumissamilou, Folega Fousséni, Agbati Koffigan, Douhadji Ameyo Carla Cynthia Manuella, Batawila Komlan (2024). Approche agro-écologique, solution pour améliorer les rendements de maïs (*Zea mays L.*) au Togo. *Revue Écosystèmes et Paysages*, 4(1), 1-14, e-ISSN (Online) : 2790-3230 DOI :<https://doi.org/10.59384/recopays.tg4104>
- Bazzaz F, Sombroek W (1997) Changements du climat et production agricole : Effets directs et indirects du changement des processus hydrologiques, pédologiques et physiologiques des végétaux, Polytechnica, pp 402-409 DOI : <https://www.researchgate.net/publication/261004312>
- Brown O, Crawford A (2008) Évaluation des conséquences des changements climatiques sur la sécurité en Afrique de l'Ouest- Étude de cas nationale du Ghana et du Burkina Faso, Institut International du Développement Durable, Ghana, pp 25-74 pages.
- Compagnie Malienne de Développement des Textiles (2018) Annuaire statistique 2016-2017. Résultats de l'enquête agricole permanente. In: (DPCG), D.d.l.p.d.c.g. (éd.) Bamako.
- Delarue J, Mesples-Somps S, Naudet J D, Robilliard, A (2009). Le paradoxe de Sikasso : coton et pauvreté au Mali. DOI : 10.1051/cagri/2020051
- Diarra B (2011): Les changements climatiques au Mali et impacts, Agence Nationale de la Météorologie du Mali (MaliI-Meteo), Bamako, Mali 35 pages
- Dinar A, Mendelsohn R (2003) Climate, Water, and Agriculture. *Land Economics*. 79. DOI: <https://doi.org/10.2307/3147020>
- Direction Nationale de l'Agriculture (2017) Rapport annuel 2017. Bamako, p.4-19
- Direction Nationale de l'Hydraulique (2016) bulletin hydrologique 2016-2017, Bamako, Mali.
- Dramé Amata Fodé, NdiayeSeydou, Djighaly Ibrahima Pape (2023) Caractérisation de la dynamique paysagère du Bassin rizicole de Bakoum (Région de Sédhiou/Sénégal). *Rev Écosystèmes et Paysages (Togo)*, 03(1): 167 –181, e-ISSN (Online): 2790-3230 doi: <https://doi.org/10.59384/recopays20233-1>
- Folega, F., Diwediga, B., Guuroh, R. T., Wala, K., & Akpagana, K. (2020). Riparian and stream forests carbon sequestration in the context of high anthropogenic disturbance in Togo. *Moroccan Journal of Agricultural Sciences*, 1(1).
- Folega, F., Kanda, M., Fandjinou, K., Bohnett, E., Wala, K., Batawila, K., & Akpagana, K. (2023). Flora and typology of wetlands of Haho River Watershed, Togo. *Sustainability*, 15(3), 2814.
- Gbetibouo G, Hassan R (2005) Measuring the economic impact of climate change on major South African field crops: a Ricardian approach. *Glob Planet Chang. Global and Planetary Change*. 47. 143-152. 10.1016/j.gloplacha.2004.10.009.
- Kombate Bimare, Dourma Marra, Folega Fousséni, Atakpama Wouyo, Wala Kpèrkouma, Batawila Komlan, Akpagana Koffi (2022) : Modélisation spatiale multifactorielle de la vulnérabilité des unités d'occupation du sol face au changement climatique dans la Région Centrale au Togo. *Rev Écosystèmes et Paysages (Togo)*, No 02, vol 02 34-52pp e-ISSN (Online): 2790-3230 DOI : 10.59384/recopays.tg2203
- Kossivi Fabrice D, Miassi Y (2018) Facteurs Socio-Economiques Influençant L'adoption de Coton Biologique au Nord-Est du Bénin : Cas de la Commune de Kandi. *International Studies*. 6. 577-584.
- Matoumouene Goma Amour Macelvi, Mpassi Pierre, Amboua Issengue Olendekeh, Mikoungui Gomo Mat-Sheridan, Ndzai Saint Fedriche, Ayessa Leckoundzou, Moundzeo Lambert, Yoka Joseph (2023). Impacts des variabilités climatiques sur les cultures vivrières dans la zone économique spéciale d'Oyo-Ollombo en République du Congo. *Rev Écosystèmes et Paysages (Togo)*, 3(2) : 1 –10, e-ISSN (Online) : 2790-3230 DOI : <https://doi.org/10.59384/recopays.tg>
- Mendelsohn Robert, (2009). The Impact of Climate Change on Agriculture in Developing Countries. *Journal of Natural Resources Policy Research*. 1. 5-19. 10.1080/19390450802495882.
- Nordhaus W, Mendelsohn R (1999) The Impact of Global Warming on Agriculture: A Ricardian Analysis: Reply. *American Economic Review*. 89. 1053-1055. 10.1257/aer.89.4.1046.
- Nestor R, Ahoyo A, Abdel-Aziz A, Quenum F, Miassi Y, Kossivi Fabrice D, Adedemi O (2019) Variation climatique et production vivrière au Sud-Bénin : cas de la commune de Bohicon. *Africa*. 15. 32-43.
- Ouedraogo M, (2012) Impact des changements climatiques sur les revenus agricoles au Burkina Faso. *Journal of Agriculture and Environment for International Development*. 106. 3 - 21. <https://www.researchgate.net/publication/261004312>
- Ouedraogo M, Dembélé Y, Leopold S, (2010) Perception et stratégies d'adaptation aux changements des précipitations : cas des paysans du Burkina Faso. *sciences et changements planétaires / secheresse*. 21. 87-96. 10.12895/jaeid.20121.43.