

ISSN : 2337-2052

**REVUE OUEST AFRICAINE
DE SCIENCES ECONOMIQUES ET DE GESTION**

ROASEG

Volume 16 n°1 - Juin 2023

**REVUE OUEST AFRICAINE
DE SCIENCES ECONOMIQUES
ET DE GESTION
ROASEG
Volume 16-n°1**

**REVUE OUEST AFRICAINE
DE SCIENCES ECONOMIQUES
ET DE GESTION**

**ROASEG
Volume 16
N°1**

Directeur de publication : Ahmadou Aly MBAYE
Directeur de rédaction : Ibrahima Samba DANKOCO
Rédacteur en chef : Ibrahima Thione DIOP
Ndiack Fall
Secrétaire de la Rédaction : Fama GUEYE

Conseil scientifique

Tidjani BASSIROU
Nadejo BIGOU-LARE
Ibrahima Samba DANKOCO
Adama DIAW
Jean-Jacques EKOMIE
Steven GOLUB
Dominique HAUGHTON
Gilbert NGBO AKE
Birahim Bouna NIANG
Bachir WADE
Barthélémy BIAO
Mohamed Ben Omar NDIAYE
Taladidia THIOMBIANO

**Revue Ouest Africaine
de Sciences Economiques et de Gestion**

© FASEG, Faculté des Sciences Économiques et de Gestion (UCAD, Dakar, Sénégal).

Tous les droits réservés pour les pays.

Il est interdit, sauf accord préalable et écrit de l'éditeur, de reproduire partiellement ou totalement un article de la présente revue, de le stocker dans une banque de données ou de le communiquer au public, sous quelque motif que ce soit

ANALYSE COUTS-AVANTAGES DES STRATEGIES D'ADAPTATION DE LA FILIERE DU RIZ DE VELINGARA A KOLDA AU SENEGAL

Khady Yama Sarr¹, Fama Gueye² et Mamadou Sarr³

^{1,2} Enseignant-chercheur à l'Université Cheikh Anta Diop de Dakar (UCAD)

³ Doctorant à la FASEG, UCAD

Résumé

Les changements climatiques continuent d'affecter de manière négative les systèmes agricoles dans l'ensemble de l'Afrique subsaharienne, en particulier au Sénégal. Les stratégies d'adaptation se révèlent efficaces pour améliorer la production et les moyens de subsistance des ménages agricoles. Cette étude utilise l'analyse coûts-avantages (ACA) afin d'évaluer la rentabilité économique de l'adoption de diverses stratégies d'adaptation au changement climatique, priorisées par les agriculteurs au sein de la filière du riz de Vélingara, située dans la région de Kolda. Les données provenant des études de vulnérabilités réalisées par le Centre de Suivi Écologique du Sénégal en collaboration avec les acteurs de la filière, ainsi que les données issues des entretiens semi-directifs et des discussions de groupe, ont été utilisées pour mener cette analyse. Les résultats démontrent que parmi les dix (10) stratégies d'adaptation identifiées dans la filière, les agriculteurs ont priorisé quatre (4) d'entre elles, à savoir : i) le choix de variétés adaptées aux aléas climatiques, ii) le recours aux services climatiques, iii) la diversification des sites de production tout au long de la saison et iv) le recours aux semis précoces. En général, l'adoption de chacune de ces quatre (4) stratégies a été considérée comme rentable, car les avantages estimés dépassaient les coûts. Toutefois, parmi les quatre stratégies priorisées, celles qui s'avèrent les plus rentables sont l'utilisation des services climatiques et la pratique des semis précoces, tandis que les moins rentables sont le choix de variétés adaptées et la diversification des sites de production. Il convient donc de promouvoir les stratégies d'adaptation les plus rentables, tout en mettant l'accent sur la formation des agriculteurs et la création de fermes de démonstration afin de faciliter l'adoption de ces stratégies d'adaptation, particulièrement en ce qui concerne les semis précoces et les services climatiques.

Mots-clés : Changement climatique, stratégies d'adaptation, analyse coûts-avantages

Classification JEL : Q54, Q16, Q12

Introduction

Au Sénégal, l'agriculture occupe une place prépondérante dans l'économie du pays, bien que sa contribution au PIB soit relativement faible (Hathie et Bâ, 2015). Environ 70 % de la population est engagée dans l'agriculture, principalement à travers les exploitations familiales, qui représentent près de 95 % des terres agricoles du pays (Sène, 2018a). Le riz est un aliment essentiel dans la culture culinaire sénégalaise et sa production nationale a doublé ces dernières années grâce à d'importants investissements dans la culture irriguée, notamment dans la Vallée du fleuve Sénégal et dans le bassin de l'Anambé à Kolda (Ministère de l'Agriculture, 2009 ; Manzelli et al., 2015).

Les effets du changement climatique exercent une pression sur l'agriculture et rendent plus difficile la production alimentaire suffisante (IPCC, 2022). Ces effets, tels que la modification des régimes de précipitations, les sécheresses, les inondations et la propagation des ravageurs et des maladies, ont un impact sur la productivité agricole. Au cours des 50 dernières années, il a été constaté que l'augmentation de la production agricole dans les régions de latitudes moyennes et basses a été freinée par le changement climatique causé par l'homme (Portner et al., 2022). De plus, l'élévation du niveau de la mer due à l'augmentation de la salinité rend l'agriculture plus risquée, et les événements météorologiques extrêmes ont un effet néfaste sur la croissance des cultures de riz (Zang et al., 2013 ; Ikawa et al., 2019). Les pays d'Afrique de l'Ouest, tels que le Sénégal, la Guinée-Bissau et la Guinée, dépendent fortement du riz pour leurs besoins alimentaires. Selon l'Institut international de recherche sur les politiques alimentaires (IFPRI), un Sénégalais moyen consomme environ 85 kg de riz par an (Glatzel, 2018). Le gouvernement s'est engagé à atteindre l'autosuffisance en riz d'ici 2035, en investissant dans des mesures politiques telles que la protection des prix, le renforcement des services de vulgarisation et le développement des infrastructures pour l'irrigation, notamment dans le Bassin Arachidier, le Sénégal Oriental et la Casamance. Cependant, des défis persistent en raison d'une gestion inadéquate de l'eau, des sols et des cultures, ainsi que de la variabilité des précipitations et de l'augmentation de l'aridité (Koudahe et al., 2017).

Kolda est l'une des régions agricoles dominantes au Sénégal (FAO, 2023). En effet, 79,8 % des ménages en milieu rural et 20,2 % des ménages en milieu urbain s'adonnent à l'activité agricole sans être salariés. Lors du recensement des ménages agricoles au Sénégal, 6,8 % d'entre eux résidaient dans la région de Kolda (ANSD, 2014). Dans la région de Kolda, les activités agricoles mobilisent jusqu'à 70 à 80 % de la population active de la région pendant 4 à 5 mois par an. Deux types d'agriculture coexistent : l'agro-business, qui repose sur des investissements importants (machines, irrigation) et une main-d'œuvre principalement salariée, et l'agriculture familiale, qui représente près de 80 % des exploitations en Afrique subsaharienne et emploie 75 % des actifs (Sall, 2015). Ces potentialités agricoles font de la région de Kolda un pôle d'attraction pour les producteurs venus d'autres régions du pays à la recherche de terres plus propices (ANSD, 2016).

À Vélingara, où la riziculture a été introduite par la SODAGRI, il existait jusqu'en juin 1994 un seul circuit de commercialisation de la production locale, à savoir le circuit officiel avec l'achat du paddy par la SODAGRI. La culture du riz reste dominante dans ces périmètres irrigués,

mobilisant entre 900 et 3 000 hectares pendant la saison des pluies (soit 18 à 60 % des terres aménagées) (Ministère de l'Agriculture, 2014). Selon l'enquête SIC de 2014, le riz représente 45 % du revenu des ménages de la zone.

Trois principaux aléas climatiques, à savoir la modification des régimes de précipitations, les sécheresses et les inondations, affectent les ressources dominantes sur lesquelles la filière riz de Vélingara compte pour sa survie (CSE, 2021). Ces aléas ont un impact négatif sur la sécurité alimentaire et nutritionnelle des communautés ainsi que sur la vie sociale des acteurs de la filière. Afin de faire face aux conséquences néfastes du changement climatique sur la production de riz, les acteurs de cette filière mettent en place des mesures d'adaptation. Ces dernières de nature différente, visent à protéger les ressources qui constituent une source de revenus pour les producteurs. Pour renforcer leur résilience, les acteurs de la filière riz ont mis en œuvre plusieurs stratégies telles que le choix de variétés adaptées (à cycle court), la gestion de l'eau, la fertilisation des sols et l'organisation des producteurs, etc. (Séne et al., 2022). L'adaptation au climat implique d'ajuster les systèmes économiques et sociaux face au changement climatique réel ou prévu et à ses conséquences climatiques actuelles ou anticipées. Selon cette étude, l'adaptation peut être réactive ou proactive (Burton et al., 2006). L'adaptation au climat n'est pas nouvelle pour l'humanité et les agriculteurs ont adopté au fil du temps des stratégies d'adaptation permettant de surmonter les effets directs du changement climatique. Il a été démontré que l'adaptation au climat a permis d'améliorer les rendements et d'atténuer les problèmes liés à la faible productivité agricole, bien que les niveaux de production optimaux n'aient pas encore été atteints (Faye, 2018).

Étant donné l'importance de l'adaptation agricole, il est nécessaire d'effectuer une analyse approfondie des coûts et des avantages de ces différentes stratégies d'adaptation afin de comprendre leur efficacité potentielle. Cela implique d'évaluer les investissements nécessaires pour mettre en œuvre ces stratégies, les économies potentielles à long terme, les résultats en termes de durabilité sociale, économique et environnementale, ainsi que les préférences des parties prenantes pour différentes options. L'évaluation de la rentabilité économique des pratiques peut renforcer la capacité d'adaptation des ménages en augmentant à la fois les revenus et la sécurité alimentaire (Ng'ang'a et al., 2020). De plus, elle permet de déterminer l'impact de ces pratiques en termes de temps de retour sur investissement et de niveaux de subsistance atteints et maintenus (Daigneault et al., 2016).

Au Sénégal, des politiques et stratégies nationales ont été mises en place pour soutenir l'adaptation agricole aux changements climatiques. Elles visent à aider les agriculteurs à mettre en œuvre des pratiques agricoles durables et résilientes. Ces mesures comprennent : (i) la Stratégie Nationale de Mise en Œuvre de l'Agriculture Intelligente face au Climat (SNMOSAIC), qui vise à promouvoir une agriculture durable et résiliente aux changements climatiques ; (ii) le Programme National de Développement Agricole et de Sécurité Alimentaire (PNDS), qui met en œuvre des stratégies visant à renforcer la sécurité alimentaire et à réduire la vulnérabilité des agriculteurs aux changements climatiques. Les actions entreprises comprennent l'introduction de variétés de cultures adaptées, l'utilisation de semences améliorées, la formation des agriculteurs et l'accès aux marchés, entre autres ; (iii) le Plan Sénégal Émergent (PSE), lancé en 2014, qui comprend des actions visant à moderniser le

secteur agricole et à promouvoir la résilience face aux changements climatiques. Il met l'accent sur le développement des infrastructures rurales, la diversification des cultures, l'amélioration de la gestion de l'eau, la promotion de l'irrigation, etc.

L'objectif global de cette étude est de déterminer la rentabilité financière des stratégies d'adaptation de la filière riz à Vélingara, afin d'aider les producteurs à choisir les meilleures stratégies d'adaptation. Plus spécifiquement, il s'agit de prioriser les stratégies d'adaptation utilisées dans la filière rizicole et de réaliser une analyse coûts-avantages des stratégies d'adaptation priorisées.

Jusqu'à présent, aucune étude n'a été réalisée concernant les coûts et les bénéfices des stratégies d'adaptation au changement climatique dans la région de Kolda, en général, et dans la filière rizicole de Vélingara, en particulier. C'est tout le sens de cette étude qui vise à contribuer à combler cette lacune dans la recherche. L'article comporte trois (3) sections : i) la section 1 présente une revue de la littérature, ii) la section 2 décrit la méthodologie et les données, iii) la section 3 développe les résultats.

1. Revue de la littérature

1.1. Changement climatique, production agricole et stratégies d'adaptation en Afrique

Le changement climatique représente une menace environnementale mondiale avec un impact sur l'ensemble des secteurs de l'économie. L'agriculture est le secteur le plus touché en raison de sa dépendance au climat, notamment aux précipitations et à la température (Abubakar, 2021). De nombreuses études démontrent que le changement climatique a déjà commencé à avoir un impact sur la productivité des cultures en Afrique. L'augmentation des températures, l'irrégularité des précipitations et l'augmentation de la fréquence des phénomènes météorologiques extrêmes contribuent à une diminution des rendements agricoles et à une augmentation de la vulnérabilité aux ravageurs et aux maladies. Ces impacts ont des conséquences directes sur la sécurité alimentaire, les moyens de subsistance des populations rurales et le développement économique des pays africains.

Au Sénégal, la désertification et la salinisation ont été identifiées comme les deux principales voies de dégradation des terres exacerbées par la variabilité et le changement climatique, et affectant négativement les pratiques de production agricole (Thomson & Mason, 2018). En ce qui concerne la désertification, des preuves solides indiquent une réduction prononcée de la disponibilité de l'eau depuis 1960, en particulier autour du bassin du fleuve Sénégal, qui est au moins partiellement attribuable au changement climatique, et exacerbée par les politiques de production de riz imposées par les États (Aich et al., 2014 ; Ardoin-Bardin et al., 2009 ; Bodian et al., 2018 ; Faramarzi et al., 2013 ; Hanjra & Qureshi, 2010 ; Karambiri et al., 2011 ; Mahe et al., 2013 ; Mbaye et al., 2015 ; Ruelland et al., 2012 ; Sylla et al., 2018 ; Venema et al., 1997). L'eau étant le principal facteur limitant pour la production agricole au Sénégal, la désertification autour du bassin et de la vallée du fleuve Sénégal constitue un défi important pour la production alimentaire nationale, en particulier pour la production de riz, qui est la denrée de base (Venema et al, 1997).

Selon Jalloh et al (2013), les rendements des cultures en Afrique de l'Ouest ont diminué en raison du changement climatique. Les impacts négatifs du changement climatique sur les cultures s'expliquent en partie par le rôle négatif des températures plus élevées, qui raccourcissent la durée des saisons de croissance et augmentent les besoins en évapotranspiration (Sultan et Gaetani 2016). Des études antérieures confirment que le changement climatique a un impact négatif prédominant sur les cultures en Afrique de l'Ouest (Jalloh et al 2013).

Des stratégies d'adaptation ont été développées pour faire face aux changements climatiques. Malgré les impacts incertains du changement climatique sur les cultures, des études antérieures ont conclu que les impacts du changement climatique sur les cultures en Afrique de l'Ouest seront largement négatifs sans des pratiques agricoles qui répondent aux conditions environnementales changeantes (Paeth et al., 2008, Roudier et al., 2011). Cette étude a démontré que les stratégies d'adaptation peuvent considérablement réduire les impacts négatifs du changement climatique. Un effet similaire a été constaté dans une revue des études de Challinor et al. (2014), qui ont observé que l'adaptation augmente les rendements simulés du blé, du riz et du maïs dans différentes régions tempérées et tropicales du monde, de 7 à 15 % en moyenne. Cela a été confirmé par diverses études de terrain qui démontrent l'effet positif des technologies et des pratiques intelligentes face au climat sur les rendements des cultures en Afrique de l'Ouest (Zougmore et al., 2016).

1.2. Revue empirique des études antérieures sur l'analyse coûts-avantages des stratégies d'adaptation

L'évaluation de la rentabilité économique des pratiques peut renforcer la capacité d'adaptation des ménages en augmentant simultanément les revenus et en améliorant la sécurité alimentaire (Ng'ang'a et al., 2020). De plus, elle permet de déterminer l'impact de ces pratiques en termes de temps de retour sur investissement et de niveaux de subsistance atteints et maintenus (Daigneault et al., 2016). En ce qui concerne la hiérarchisation des investissements à diverses échelles, Sain et al. (2017) ont noté que l'analyse coûts-avantages (ACA) des pratiques doit prendre en compte les effets privés et publics, à travers des interventions potentielles et des valeurs sociales et environnementales.

Cependant, toutes les adaptations ne sont pas avantageuses pour les agriculteurs. Seules les adaptations sélectionnées, dont les avantages surpassent les coûts, sont avantageuses et utiles (Devkota et al., 2018). Ces adaptations, qui maximisent les bénéfices, devraient être encouragées. Afin de le déterminer, une analyse économique est nécessaire pour déterminer si une quelconque adaptation est avantageuse ou non (Devkota et al., 2018). Cela implique de calculer et de comparer tous les coûts et avantages exprimés en termes monétaires (De Bruin et al., 2014). Par conséquent, il est important de comprendre les coûts et les avantages de l'adaptation au changement climatique dans l'agriculture afin de mobiliser le soutien et de fournir des ressources en temps opportun à l'institution pour améliorer sa résilience et sa capacité d'adaptation (Sova et al., 2015 ; Shongwe et al., 2014 ; Mugula et al., 2016 ; Devkota et al., 2018).

Une étude récente menée par Tilahun (2021) sur l'analyse des coûts et des bénéfices des stratégies d'adaptation au changement climatique en Éthiopie a révélé que parmi les différentes options d'adaptation proposées, les cultures intercalaires, l'ajustement des dates de plantation, la rotation des cultures et le changement de variétés de cultures sont des stratégies d'adaptation économiquement viables. Concernant l'intensité de l'adaptation, il a été constaté que 78 % des personnes interrogées ont adopté plus d'une option d'adaptation, ce qui a entraîné une augmentation de leur Valeur Actuelle Nette (VAN) et de leur Rapport Coût-Bénéfice (RCB), notamment lorsque au moins une option d'adaptation était utilisée.

Une analyse coûts-avantages (ACA) a été utilisée par Akinyi et al. (2002) afin d'identifier les pratiques agricoles climato-intelligentes prioritaires adoptées par les petits exploitants agricoles dans différentes chaînes de valeur en Afrique subsaharienne (ASS) et d'évaluer leur faisabilité économique. Ils ont constaté que dans la chaîne de valeur de la patate douce au Kenya, les bonnes pratiques agricoles étaient viables avec une Valeur Actuelle Nette (VAN) de 28 044 USD, un Taux de Rentabilité Interne (TRI) de 32,8 % et un délai de récupération d'un an. Ces chiffres sont à comparer aux variétés de semences améliorées (8 738 USD, 111 % et une période d'amortissement de deux ans). Au Nigeria, l'option la plus viable était les semences améliorées dans la chaîne de valeur de la pomme de terre et les bonnes pratiques agricoles dans la chaîne de valeur du riz. Au Malawi, en Éthiopie et en Zambie, les pratiques les plus viables étaient les semences améliorées et l'agriculture de conservation dans les chaînes de valeur du soja, des féveroles et des arachides respectivement.

Azumah et al. (2020) ont réalisé une analyse coûts-avantages (ACA) afin d'évaluer la rentabilité économique perçue de l'adoption de différentes stratégies d'adaptation au changement climatique dans les exploitations agricoles des districts de Zabzugu et de South Tongu, respectivement situés dans le nord et le sud du Ghana. Les principales stratégies étudiées étaient les changements de dates de plantation, la culture de variétés à maturation précoce, la plantation en ligne, le remplissage des semences et la culture de variétés tolérantes à la sécheresse. Les résultats révèlent que l'adoption de chaque stratégie a été perçue comme rentable, les bénéfices moyens estimés étant supérieurs aux coûts moyens engagés. Néanmoins, les stratégies les plus rentables se sont avérées être la culture en bandes, les semis répétés, le remblayage, le non-travail du sol et la plantation en ligne.

D'autres études ont analysé la rentabilité de différentes stratégies d'adaptation au changement climatique telles que Bimpeh (2012), Shongwe et al. (2014), Liu et al. (2016), Sain et al. (2017), Ng'ang'a et al. (2020), Martey (2018) et Mutenje et al. (2019). Les sources sur l'adoption de stratégies d'adaptation incluent Khatri-Chhetri et al. (2017), Mabuku et al. (2018) et Anuga et al. (2019). Étant donné les répercussions économiques de l'adaptation au climat, il est essentiel de comprendre les coûts et les avantages des stratégies d'adaptation au climat. Cela permettrait aux agriculteurs d'identifier correctement les stratégies efficaces et d'influencer les discussions politiques sur le choix des stratégies d'adaptation, dans une perspective de maximisation pure des revenus ou de la production.

2. Méthodologie

Cette étude a pour objectif de prioriser les stratégies d'adaptation identifiées dans la filière riz grâce à une analyse multicritère, puis de procéder à une analyse coût-avantage des quatre stratégies qui ont été priorisées.

2.1. Les Stratégies d'adaptation

Les pratiques d'adaptation prises en compte dans cette étude sont décrites dans le tableau 1. Toutes ces pratiques reflètent les stratégies utilisées par les agriculteurs de la filière riz de Vélingara, regroupés au sein de la Fédération des Producteurs du Bassin de l'Anambé (FEPROBA). Elles ont été adoptées en fonction de l'expérience des agriculteurs et de leur pertinence pour réduire la vulnérabilité climatique et améliorer la productivité de la culture du riz. Ces pratiques identifiées renforcent la résilience des systèmes agricoles face aux impacts climatiques et ont été signalées à plusieurs reprises comme des stratégies d'adaptation au climat (Fadina et Barjolle, 2018 ; Etwire et al., 2013).

Tableau 1 : Les stratégies d'adaptation utilisées par les producteurs de la filière

Stratégies d'adaptation	Justification
Stratégies développées face à la variabilité pluviométrique	
Choix de variétés de riz adaptées aux aléas climatiques	Le choix des variétés adaptées constitue une réponse à la variabilité pluviométrique. En effet, l'utilisation de variétés plus résistantes au manque d'eau permet aux producteurs d'être plus résilients aux longues pauses pluviométriques, au démarrage tardif, etc. Grâce à l'appui d'AFRICA RICE et de l'ISRA, les producteurs utilisent des variétés à cycle court et résistantes au manque d'eau et au démarrage tardif. La variété la plus utilisée est la L19.
Recours aux services climatiques	Dans le contexte des changements climatiques, les événements météorologiques extrêmes tels que les tempêtes, les sécheresses et les inondations augmentent également en fréquence et en intensité. Dans le cas de fortes précipitations, l'information climatique peut prédire l'intensité de la pluie et les zones qui seront les plus durement touchées. Elle peut également indiquer si les infrastructures vitales telles que les routes et les pistes indispensables à l'accès au marché risquent d'être touchées.
Utilisation de matériels agricoles adaptés	L'utilisation de matériel agricole adapté est également une stratégie développée par les producteurs. Ce qui aura un impact sur le temps de travail ainsi que le rendement, donc la productivité.
Aménagement pour la maîtrise de l'eau	La maîtrise de l'eau est un volet essentiel de l'adaptation. En effet, le secteur agricole constitue pour la plupart des usages de la ressource en eau douce. Il est nécessaire de renforcer ou mettre en œuvre de nouvelles pratiques qui permettent une utilisation optimale des ressources en eau. La modification des techniques d'irrigation, l'adoption de techniques permettant la conservation de l'humidité du sol (ex : rétention des résidus de culture), la limitation de l'engorgement en eau et le lessivage des terres.

Stratégies développées face aux inondations

Développement de la culture contre-saison	Le développement de la culture contre saison constitue également une alternative pour faire face aux inondations et par ricochet contribue à la sécurité alimentaire et nutritionnelle de la communauté.
Diversification des sites de production	La diversification des sites de production est aussi une alternative qui est généralement pratiquée par les femmes. Elles exploitent les terres de plateau afin d'assurer leurs subsistances. Toutefois, elles sont confrontées pour la plupart à des attaques aviaires.

Stratégies développées face au péril aviaire

Lutte physique	Pour faire face au péril aviaire, la méthode de lutte physique consiste à mettre au niveau des rizières des guirlandes. Placés au-dessus des zones de plantation à protéger, elles repoussent les oiseaux prédateurs qui s'approchent de la zone protégée. A l'aide des cannettes de boisson (vides), les producteurs fabriquent la guirlande pour chasser les oiseaux.
Lutte chimique	La lutte chimique est également pratiquée pour lutter contre le péril aviaire. Avec l'appui de la DPV, des campagnes de traitements phytosanitaires sont souvent effectuées même si cette méthode présente des risques environnementaux non maîtrisés. Elle consiste à procéder à l'épandage aérien de pesticide au niveau des périmètres rizicoles. Généralement, les attaques aviaires sont plus fréquentes au niveau des champs de plateau exploités par les femmes.
Recours au semi précoce	La méthode du semi précoce permet d'anticiper sur la maturation du riz avant que les oiseaux n'arrivent.
Assurance agricole	L'assurance agricole offre une protection financière en cas de pertes causées par des événements climatiques extrêmes tels que la sécheresse, les inondations, les tempêtes, ou encore la grêle. Cette assurance permet aux agriculteurs de se prémunir contre les aléas climatiques qui peuvent endommager leurs récoltes et leur bétail, ainsi que leurs infrastructures agricoles.

Source : Données de terrain, 2022

2.2. Zone d'étude

Les données de cette étude ont été collectées à Vélingara dans la région de Kolda (ou Fouladou) en haute Casamance qui fait partie de la zone agroécologique de la Casamance. Située entre 12°20' et 13°40' latitude nord et entre 13° et 16° longitude ouest, Kolda couvre une superficie de 13 721 Km², soit 7% du territoire national. Géographiquement, elle est limitée au nord par la Gambie, au sud par les deux Guinées (Bissau et Conakry), à l'est par la région de Tambacounda et à l'ouest par la région de Sédhiou.

La variabilité pluviométrique dans cette zone a une forte influence sur l'ensemble des ressources de la filière riz. Les niveaux d'influences les plus forts sont notés sur les ressources naturelles, sociales et financières. Cette variabilité se manifeste par une pause sèche, un début

tardif ou une fin tardive de la pluie mais également par une pluviométrie exceptionnellement intense des fois. Les inondations (intensité des précipitations, montée des eaux, remontée de la nappe) et le péril aviaire sont moyennement influents (CSE, 2022).

La filière Riz de Vélingara fait face à de nombreuses contraintes d'origines climatiques. En effet, les pauses sèches provoquent une perte des semis, un retard de la croissance des plantes, une baisse des rendements et par conséquent une baisse des revenus. Les inondations quant à elles provoquent une perte des semis, une destruction des cultures, une baisse des rendements ainsi que des revenus. Elles entraînent également une réduction de la mobilité des producteurs, mais aussi un manque de crédibilité au niveau des banques. En cas de péril aviaire, les producteurs sont confrontés à une destruction des cultures, une baisse des rendements, une baisse des revenus et par conséquent une insécurité alimentaire et nutritionnelle (Séne, 2022).

2.3. Source et méthode de collecte de données

Les données primaires et secondaires ont été utilisées dans cette étude. Les données primaires ont été collectées non pas à l'aide de questionnaires structurés dans le cadre d'une enquête auprès des agriculteurs, mais plutôt à travers des focus group participatifs en utilisant une matrice de collecte de données. Au total, 53 parties prenantes représentatives, dont des agriculteurs de la filière riz regroupés au sein de la Fédération des Producteurs du Bassin de l'Anambé (FEPROBA), des agents de vulgarisation agricole et d'autres experts du ministère de l'Alimentation et de l'Agriculture, ont participé aux focus group. Les informations collectées à partir des données primaires comprenaient des informations générales sur les pratiques d'adaptation, la productivité physique et l'évolution du rendement résultant de la mise en œuvre d'une pratique, les coûts d'installation et d'entretien associés à une pratique ainsi que les prix des intrants et des produits agricoles liés à une pratique. Les données secondaires proviennent de la littérature scientifique internationale ainsi que de la littérature locale/nationale existante. Les données collectées pour l'analyse coûts-avantages concernent une superficie de 1 hectare.

2.4. Analyse multicritère

L'analyse multicritère est une technique d'aide à la décision qui permet de comparer différents choix ou stratégies afin d'identifier la solution préférée ou optimale. Elle permet d'évaluer plusieurs options en tenant compte de critères ou paramètres préalablement définis, et facilite ainsi la comparaison des solutions potentielles. Cette méthode est souvent présentée sous la forme d'une matrice, pouvant être adaptée selon le contexte de l'étude en y ajoutant des éléments de comparaison. Les évaluations et les pondérations accordées peuvent être qualitatives (par exemple, en identifiant la direction du changement anticipé) ou quantitatives (valeurs numériques), et les critères peuvent être pondérés en fonction de leur importance.

Cette analyse multicritère repose sur un outil permettant de comparer diverses stratégies d'adaptation au changement climatique dans la filière riz de Vélingara. Les stratégies présentées dans les différentes cases de la matrice (Tableau 2) sont issues des études de vulnérabilité menées en 2022 par le Centre de Surveillance Ecologique (CSE) du Sénégal, en collaboration avec les acteurs de la filière regroupés au sein d'une fédération appelée Fédération des Producteurs du Bassin de l'Anambé (FEPROBA). Des entretiens semi-structurés et des

discussions de groupe ont été conduites avec l'ensemble des membres de la filière riz. La priorisation des stratégies s'effectue en se basant sur quatre critères : faisabilité technique, faisabilité économique, acceptation sociale et culturelle, acceptation écologique.

La faisabilité technique de la stratégie est déterminée qualitativement, en termes de matériel et effort requis. Les catégories sont les suivantes : peu de temps et d'effort (1), beaucoup de matériel et de temps (-1), ou une situation entre ces deux extrêmes.

La faisabilité économique des stratégies a été évaluée par l'entremise de trois paramètres issus de la théorie économique. Il est défini par la diversification du coût de la stratégie ou du nombre de facteurs de production (main d'œuvre, équipement, et capital) qui lui est associé (sur 3). Par exemple, une stratégie dont la réalisation dépend de tous les facteurs de production reçoit un score de 3 tandis qu'une stratégie plus simple qui ne requiert que de la main d'œuvre obtient un score de 1.

L'acceptation sociale et culturelle ainsi que l'acceptation écologique est déterminée ainsi qui suit : Pas acceptable : 0 ; Peu acceptable 1 à 2 ; Acceptable : 3 à 4 ; Très acceptable : 5

Les cases et les colonnes de la matrice ont été remplies pour les dix stratégies retenues en se basant sur les réponses de tous les membres de la filière du riz lors des études réalisées par le Centre de Suivi Ecologique (CSE) en 2022. L'objectif principal de la présente analyse est de développer une méthodologie permettant d'identifier des stratégies d'adaptation porteuses en égard aux aléas climatiques actuels et futurs affectant la production de riz, de même qu'un outil de soutien aux investissements et à la conception des stratégies choisies.

Tableau 2 : Matrice de priorisation des stratégies d'adaptation

Mesures d'adaptation	Faisabilité Technique :	Faisabilité Économique :	Acceptation sociale et culturelle	Acceptation écologique	Total score
	Peu de temps et d'effort :1	Diversification du coût :	Pas acceptable : 0 Peu acceptable 1 à 2	Pas écologique : 0	
	Beaucoup de matériel et de temps : -1	Main d'œuvre, équipement, et capital : 3 Main d'œuvre : 1	Acceptable : 3 à 4 Très acceptable : 5	Peu écologique : 1 à 2 Écologique : 3 à 4 Très écologique : 5	
Recours aux services climatiques	1	3	5	4	13
Utilisation de matériels agricoles adaptés	-1	3	4	4	11
Aménagement pour la maîtrise de l'eau	-1	3	4	4	10
Choix de variétés de riz adaptées aux aléas climatiques	1	3	5	5	14
Développement de la culture contre-saison	-1	3	4	4	10
Diversification des sites de production	1	3	5	4	13
Lutte physique	-1	3	2	3	7
Lutte chimique	-1	3	0	0	2
Recours au Semi-précoce	1	3	4	4	12
Assurance agricole	1	1	4	4	10

Source : Données de terrain, 2022

2.5. L'analyse coût-avantage

L'analyse coût-avantage est axée sur les quatre stratégies prioritaires identifiées par la matrice multicritère, c'est-à-dire celles ayant obtenu les scores les plus élevés.

L'analyse coût-avantage est une technique économique qui vise à faciliter la prise de décision en matière de politique sociale. Elle est utilisée pour évaluer l'opportunité de différentes interventions. Il existe une approche formelle pour évaluer les projets ainsi qu'une approche informelle pour prendre des décisions de toutes sortes, afin de déterminer si un investissement public ou privé en vaut la peine (Kingston, 2001). Cette méthode compare tous les coûts et les bénéfices pouvant être exprimés en termes monétaires.

L'analyse coûts-avantages se concentre sur l'évaluation quantitative des impacts changement climatique sur les cultures et permet d'estimer les avantages nets de différentes options d'adaptation. Elle est utilisée pour évaluer ces options lorsque l'efficacité ou la viabilité économique est le seul critère à prendre en compte. Elle implique le calcul et la comparaison de tous les coûts et les bénéfices exprimés en termes monétaires (De Bruin, 2011). Cette approche permet d'identifier la stratégie d'adaptation la plus économique et de classer toutes les stratégies proposées en fonction de leur viabilité économique. Les valeurs actuelles nettes sont privilégiées car elles actualisent les bénéfices futurs en valeurs actuelles. Notre analyse suit les étapes suivantes :

- i) Définir le scénario de référence qui représente le point de départ de l'analyse coûts-avantages. Il est le point de comparaison à partir duquel seront évalués les coûts et les avantages de chacune des options. Cette analyse considère le scénario de référence comme la situation de statu quo, sans aucune intervention.
- ii) Identifier les mesures d'adaptation priorisées dans les différentes filières.
- iii) Pour chaque mesure d'adaptation, identifier les coûts totaux encourus lors de l'utilisation de cette stratégie ainsi que les bénéfices. Ensuite, calculer le bénéfice net (BN) pour cette stratégie d'adaptation particulière.

Pour les **coûts**, les producteurs ont été invités à fournir le coût d'adoption de chaque stratégie. Ce coût comprend à la fois les coûts d'installation (intrants, matériaux) et d'exploitation (mise en place, entretien) de chaque stratégie.

Pour les **bénéfices**, les valeurs monétaires pour l'adoption des différentes stratégies ont été déterminées en estimant l'accroissement en % du rendement prévu attribuable à chaque mesure d'adaptation.

Le bénéfice net se calcule de la façon suivante :

$$\mathbf{BN} = \sum \mathbf{BT} - \sum \mathbf{CT} \quad \text{Où ;}$$

BN représente les bénéfices nets.

BT représente les bénéfices totaux (estimation de la valeur % d'augmentation du rendement prévu attribuable à chaque stratégie d'adaptation).

CT représente les coûts totaux (coûts d'installation et d'exploitation de chaque stratégie d'adaptation)

- iv) Calculer la valeur actuelle nette et le rapport bénéfices-coûts (RBC) pour chaque stratégie d'adaptation :

$$\mathbf{VAN} = \sum \mathbf{BT}(1+r)^t - \sum \mathbf{CT}(1+r)^t$$

VAN : Valeur actuelle nette.

r = Taux d'actualisation

$(1 + r)^t$ = Facteur d'actualisation à l'année t

$$\sum RBC_i = \sum B_t (1+r)^t / \sum C_t (1+r)^t \quad \text{où :}$$

RBC_i = rapport bénéfice-coût de la ième stratégie

B_t = Bénéfices totaux à l'année t,

C_t = Coûts totaux à l'année t,

r = Taux d'actualisation

$(1 + r)^t$ = Facteur d'actualisation à l'année t.

Le taux d'actualisation utilisé dans ce rapport est de 4%, déduit de l'étude de Arrow and al. (2014). Il s'agit d'un taux d'actualisation décroissant qui permettrait de mieux capturer la valeur des avantages futurs, en particulier en ce qui concerne les projets ayant des impacts durables et à long terme comme le cas des projets d'adaptation aux changements climatiques. C'est un taux qui est un point de départ raisonnable pour tenir compte des facteurs intertemporels.

La stratégie d'adaptation avec une valeur actuelle nette positive et un rapport bénéfice-coût positif et le plus élevé est la plus viable économiquement et la plus efficace. Plus le rapport bénéfice-coût est élevé, meilleure est la stratégie, tandis que plus le rapport bénéfice-coût est faible, moins la pratique est économiquement viable.

v) **Analyse de sensibilité**

Une analyse de sensibilité est réalisée en utilisant les taux d'actualisation de 5% et 6% avec comme scénario de référence la situation avec aucune intervention.

vi) **Compte d'exploitation lié à l'utilisation de chaque stratégie**

Le compte d'exploitation lié à l'utilisation de chaque stratégie est calculé en utilisant la formule suivante :

Taux d'exploitation = (Production obtenue avec la stratégie d'adaptation / Production potentielle maximale) x 100

La production obtenue avec la stratégie d'adaptation agricole représente la quantité de produits agricoles récoltés en utilisant la stratégie d'adaptation. Dans étude, cette quantité est mesurée en termes de rendement des cultures après la mise en place des stratégies.

La production potentielle maximale représente la quantité maximale de produits agricoles qui pourrait être obtenue dans des conditions optimales sans l'utilisation de la stratégie d'adaptation. Elle représente ici la production obtenue avant la mise en œuvre de la stratégie.

En multipliant le ratio de production obtenue par la stratégie d'adaptation par 100, on obtient le taux d'exploitation exprimé en pourcentage. Ce taux permet d'évaluer l'efficacité de la stratégie d'adaptation agricole et de mesurer sa contribution à l'amélioration de la productivité agricole.

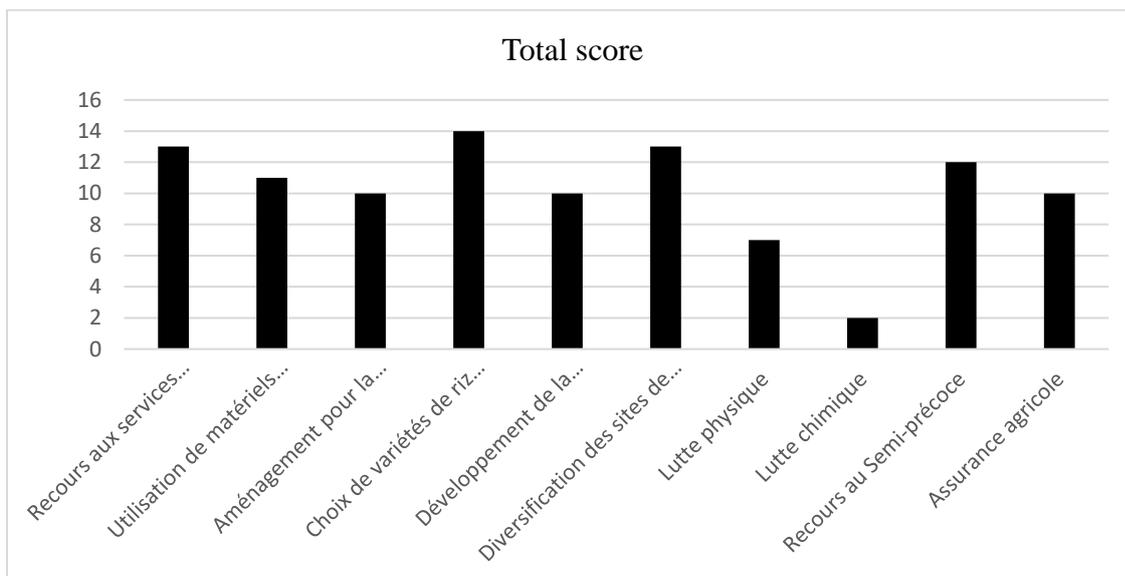
L'analyse coût-avantage présente des limites telles que, l'incertitude, les externalités, les valeurs non monétaires etc. Dans cette étude pour limiter l'incertitude liée aux changements climatiques, aux marchés, aux politiques, etc., une analyse de sensibilité a été réalisée pour évaluer la robustesse des résultats.

3. Résultats

3.1. Priorisation des stratégies d'adaptation de la filière riz de Vélingara

Le calcul de la somme non pondérée des critères pour chacune des stratégies permet d'identifier les stratégies les plus avantageuses parmi celles considérées (Figure 1). La stratégie se révélant la moins avantageuse est la "lutte chimique" (score de 2), tandis que le "Choix de variétés de riz adaptées aux aléas climatiques" se présente comme la stratégie la plus prometteuse en termes de bénéfices pour la production de riz (score de 14) (voir tableau en annexe). L'agrégation des notes attribuées, fondées sur l'appréciation professionnelle des acteurs de la filière riz et sur la consultation des membres de l'association des riziculteurs, permet de prioriser les actions visant à mettre en œuvre des stratégies efficaces pour faire face aux aléas climatiques. Les stratégies diffèrent en termes de simplicité, de faisabilité technique et économique, ainsi que d'acceptabilité sociale et environnementale.

Figure 1 : Score totaux des stratégies d'adaptation



Source : Calcul de l'auteur à partir des données collectées, 2022

Au final, quatre (04) stratégies d'adaptation ont été retenues comme prioritaires sur un nombre de dix (10) identifiées. Ces mesures d'adaptation priorisées concernent essentiellement :

- le choix des variétés adaptées aux aléas climatiques (score de 14) ;
- les recours aux services climatiques (score de 13) ;
- la diversification des sites de production pour toute la saison (score de 13) ;
- et les recours au semi-précoce (score de 12).

3.2. Analyse coûts-avantages des quatre stratégies d'adaptation priorisées

Les tableaux ci-dessous montrent les résultats de l'ACA avec les quatre stratégies priorisées à savoir : Choix des variétés adaptées (score de 14), Recours aux services climatiques (score de 13), Diversification des sites de production (score de 13), Recours au semi précoce (score de 12).

Tableau 3 : Résultats de l'analyse coûts-avantages

	Coût total (FCFA) (a)	Bénéfice total (FCFA) (b)	Bénéfice net (FCFA) (c)	Valeur actuelle nette (VAN) (c) *1.04	Rapport B/C d= (b)/ (a)	Rapport B/C actualisé d*1.04
Scénario de référence (sans aucune intervention)	200 000	312 500	112 500	117 000	1,56	1,62
Stratégie d'adaptation	(a)	(b)	(c)	(c) *1.04	d= (b)/ (a)	d*1.04
Choix des variétés adaptées	242 500	385 000	142 500	148 200	1,59	1,65
Recours aux services climatiques	180 000	425 000	245 000	254 800	2,36	2,46
Diversification des sites de production	292 750	465 000	172 250	179 140	1,59	1,65
Recours au semi précoce	249 000	505 000	256 000	266 240	2,03	2,11

Source : Calcul de l'auteur à partir des données collectées, 2022

N.B. : 1.04 est le facteur d'actualisation

Tableau 4 : Résultats de l'analyse de sensibilité

Stratégie d'adaptation	Taux d'actualisation de 4%		Taux d'actualisation de 5%		Taux d'actualisation de 6%	
	VAN	RBC	VAN	RBC	VAN	RBC
Choix des variétés adaptées	148 200	1,65	149 625	1,67	151 050	1,68
Recours aux services climatiques	254 800	2,46	257 250	2,48	259 700	2,50
Diversification des sites de production	179 140	1,65	180 863	1,67	182 585	1,68

Recours au semi précoce	266 240	2,11	268 800	2,13	271 360	2,15
-------------------------	---------	------	---------	------	---------	------

Source : Calcul de l'auteur à partir des données collectées, 2022

Dans cette étude, les **coûts** représentent les intrants et les extrants, qui ont été exprimés et calculés par le prix direct du marché. Les intrants inclus dans les coûts des stratégies d'adaptation données étaient les suivants : l'engrais, l'urée, l'herbicide, labour et reprise, le défrichage, l'épandage, le traitement, le téléphone, le poste radio, achat de semences, main d'œuvre salariale et familiale. Pour les **bénéfices**, les valeurs monétaires pour l'adoption des différentes stratégies ont été déterminées en estimant l'accroissement en % du rendement prévu attribuable à chaque mesure d'adaptation.

Tableau 5 : Compte d'exploitation lié à l'utilisation de chaque stratégie

Stratégie d'adaptation	Production obtenue avec la stratégie (tonnes)	Production potentielle avant la stratégie (tonnes)	Ratio
Choix des variétés adaptées (pour 1 ha)	4.75	3	1,58
Recours aux services climatiques	5	3	1,66
Diversification des sites de production	5.25	3	1.75
Recours au semi précoce	5.5	3	1.83

Source : Calcul de l'auteur à partir des données collectées, 2022

Les résultats du tableau 3 montrent que toutes les stratégies d'adaptation sont économiquement viables puisque les RBC estimés sont supérieurs à 1 et que leurs VAN sont élevées. Lorsqu'on les compare à la situation de référence, c'est-à-dire l'absence de toute intervention, les RBC des quatre (4) stratégies sont supérieurs à celui de cette situation de référence. Le recours aux services climatiques et le Recours au semi précoce sont les plus rentables avec des RBC de 2, 46 et 2,11 respectivement tandis que les deux (2) autres stratégies ont des RBC qui n'atteignent pas 2.

Même avec l'analyse de sensibilité faite en utilisant des taux d'actualisation de 5% et 6%, les résultats ne changent pas trop comparés au scénario de référence (tableau 4). Le recours aux services climatiques et le recours au semi précoce demeurent toujours les plus rentables avec

des RBC supérieur à 2. Le Choix des variétés adaptées et la diversification des sites de production ont des RBC qui sont inférieurs à 2.

Le tableau 5 présente les comptes d'exploitation liés à l'utilisation de différentes stratégies d'adaptation. Chaque stratégie est évaluée en termes de production obtenue avec la stratégie (en tonnes), de production potentielle avant la stratégie (en tonnes) et du ratio entre les deux.

Une analyse comparative de ces stratégies révèle que le recours au semi précoce demeure la stratégie la plus efficace en termes de production obtenue par rapport à la production potentielle. Il affiche un ratio de 1,83, le plus élevé parmi toutes les stratégies présentées. Cela signifie que cette stratégie permet d'obtenir une production 1,83 fois supérieure à celle qui aurait été obtenue sans cette stratégie. En revanche, la diversification des sites de production semble être la stratégie la moins efficace, avec un ratio de 1,75. Cela suggère que malgré la diversification des sites de production, la production reste relativement proche de ce qui aurait été obtenu sans cette stratégie. Plusieurs facteurs pourraient expliquer la différence d'efficacité entre ces stratégies. Tout d'abord, le choix des variétés adaptées pourrait contribuer à une augmentation efficace de la production. En sélectionnant des variétés qui sont mieux adaptées aux conditions climatiques spécifiques de la région, les agriculteurs pourraient maximiser leur rendement. Ensuite, le recours aux services climatiques pourrait également être une stratégie efficace, car cela permettrait aux agriculteurs d'anticiper les conditions climatiques futures et de prendre des mesures appropriées pour minimiser les effets négatifs (savoir quand épandre l'engrais, quand désherber en prévision des précipitations, etc.). D'autre part, la diversification des sites de production pourrait être moins efficace car elle peut impliquer des coûts supplémentaires liés à la mise en place de nouvelles infrastructures et à leur gestion. De plus, certains sites pourraient être moins favorables en termes de sols et de conditions climatiques, ce qui pourrait limiter la production potentielle. Enfin, le recours au semi précoce semble être la stratégie la plus efficace en raison de son impact direct sur le moment de la plantation. En plantant plus tôt, les agriculteurs peuvent éviter les périodes de conditions climatiques défavorables et maximiser ainsi leur production.

Au regard de ces résultats, il demeure toujours que les stratégies les plus rentables sont le recours aux services climatiques et le recours au semi précoce. Des études ont démontré que dans toutes les situations où le risque de sécheresse est élevé, les semis précoces sont les plus susceptibles d'obtenir de bons résultats (Dugué, 2012). Aujourd'hui, les cultivateurs de riz utilisent des stratégies telles que l'utilisation de variétés adaptées, comme les variétés à cycle court, et la diversification des cultures et des sites de production afin de faire face aux aléas climatiques. Une étude menée par Séné et al. (2018) a révélé que la majorité des riziculteurs de Coumbacara, dans la région de Kolda, n'utilisent plus de variétés à cycle long, mais préfèrent se tourner vers des variétés adaptées au climat de la région. Cette stratégie d'adaptation engendre des effets positifs tant au niveau socio-économique qu'environnemental. De même, une étude réalisée par Beye (2021) a démontré que l'utilisation de variétés à cycle court augmente de manière significative la productivité des exploitations rizicoles. Ainsi, une diffusion à grande échelle de ces pratiques pourrait contribuer à atteindre les objectifs d'autosuffisance en riz, dans ce contexte de changement climatique.

En utilisant ces stratégies d'adaptation qui sont tous viables économiquement, les agriculteurs de la filière riz de Vélingara auront tous la possibilité de maximiser leurs revenus et de renforcer la viabilité économique de la filière. Ils peuvent également s'assurer que les investissements effectués dans l'adaptation au changement climatique se traduisent par des gains financiers. Ceci peut renforcer la résilience de la filière riz face aux impacts néfastes du changement climatique.

Conclusion

Afin de prendre les bonnes décisions en matière d'investissement et de priorité des stratégies d'adaptation, il est essentiel de comprendre en profondeur les compromis entre les différentes stratégies d'adaptation. La présente étude priorise et détermine la rentabilité financière des stratégies d'adaptation prioritaires de la filière riz de Vélingara, dans le but d'aider les producteurs à faire le choix des stratégies d'adaptation. L'analyse coûts-avantages est utilisée comme méthode pour évaluer la rentabilité économique de ces stratégies. Elle constitue une approche essentielle pour comprendre les conséquences financières des différentes stratégies d'adaptation au changement climatique.

Parmi les dix stratégies d'adaptation identifiées dans la filière du riz, les agriculteurs ont priorisé quatre d'entre elles : le choix de variétés adaptées, le recours aux services climatiques, la diversification des sites de production et le recours au semis précoce. En général, ces quatre stratégies d'adaptation prioritaires se sont révélées toutes efficaces et rentables, avec des bénéfices moyens estimés supérieurs aux coûts moyens. Cependant, les stratégies d'adaptation les plus rentables de la filière sont le recours aux services climatiques et le recours au semis précoce.

Ces quatre stratégies d'adaptation gagneraient à être promues et les agriculteurs de la filière riz de Vélingara devraient être encouragés à les adopter. En plus de former les agriculteurs, les acteurs tels que le Ministère en charge de l'Agriculture et les Partenaires Techniques et Financiers (PTF) pourront investir davantage dans des fermes de démonstration ou « Champs écoles » afin d'améliorer l'appropriation par les agriculteurs des différentes stratégies d'adaptation qui ont été priorisées par ces derniers, notamment le recours aux semis précoces et aux services climatiques qui se sont avérés les plus bénéfiques. En effet, l'amélioration de la capacité d'adaptation des cultures peut contribuer à atténuer les effets néfastes du changement climatique et, plus généralement, à accroître la production agricole.

Enfin, l'étude recommande également que les parties prenantes concernées dispensent des formations visant à renforcer les capacités et sensibiliser les petits exploitants agricoles aux options d'adaptation face au changement climatique. Il est important de souligner qu'en plus d'évaluer les coûts et les avantages des stratégies d'adaptation climatique chez les producteurs agricoles, les études à venir devraient également évaluer les coûts et les avantages environnementaux et sociétaux de ces stratégies d'adaptation.

Cette étude présente certaines limites, telles que l'absence de collecte de données sur les caractéristiques des enquêtés et des exploitations, ainsi que l'absence de prise en compte des avantages non quantifiables en termes monétaires. Malgré ces limites, il est envisagé d'entreprendre de nouvelles recherches approfondies sur l'analyse coûts-avantages des stratégies d'adaptation de la filière du riz de Vélingara. Ce travail pourrait permettre une meilleure compréhension des implications économiques et environnementales de ces stratégies, ainsi que des recommandations plus précises pour la prise de décision.

Références Bibliographiques

- Abubakar, A., Ishak, M. Y., & Makmom, A. A. (2021). Impacts of and adaptation to climate change on the oil palm in Malaysia: a systematic review. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(39), 54339-54361.
- Aich, V., Liersch, S., Vetter, T., Huang, S., Tecklenburg, J., Hoffmann, P., ... & Hattermann, F. (2014). Comparing impacts of climate change on streamflow in four large African river basins. *Hydrology and Earth System Sciences*, 18(4), 1305-1321.
- Akinyi, D. P., Karanja Ng'ang'a, S., and E.H. Girvetz. (2021). Trade-offs and synergies of climate change adaptation strategies among smallholder farmers in sub-Saharan Africa: a systematic review. *Reg. Sustain.* 2, 130–143. doi: 10.1016/j.regsus.2021.05.002.
- ANSD, 2014. Recensement Général de la Population, de l'Habitat, de l'Agriculture et de l'Élevage (RGPHAE) 2013. Atlas démographique du Sénégal, Chapitre XII : Agriculture. 30 p.
- ANSD/Situation Économique et Sociale du Sénégal-2016, 14p .
- Ardoin-Bardin, S., Dezetter, A., Servat, E., Paturel, J. E., Mahe, G., Niel, H., & Dieulin, C. (2009). Using general circulation model outputs to assess impacts of climate change on runoff for large hydrological catchments in West Africa. *Hydrological Sciences Journal*, 54(1), 77-89.
- Arrow, K. J., Cropper, M. L., Gollier, C., Groom, B., Heal, G. M., Newell, R. G., ... & Weitzman, M. L. (2014). Should governments use a declining discount rate in project analysis?. *Review of Environmental Economics and Policy*.
- Azumah, S. B., Adzawla, W., Osman, A., & Anani, P. Y. (2020). Cost-benefit analysis of on-farm climate change adaptation strategies in Ghana. *Ghana Journal of Geography*, 12(1), 29-46.
- Beye, A. (2021). Improving rice productivity under climate change in Senegal: What adaptation strategies should be adopted?. *Economie rurale*, 377(3), 125-141.
- Bimpeh, E. (2012). Effects of the MCA-Ghana Program Farmer Training on Productivity of Smallholder Maize Farmers in the Kwahu East District of Ghana. Doctoral dissertation, Kwame Nkrumah University of Science and Technology. Kumasi, Ghana.
- Bodian, A., Dezetter, A., Diop, L., Deme, A., Djaman, K., & Diop, A. (2018). Future climate

change impacts on streamflows of two main West Africa River Basins: Senegal and Gambia.

Hydrology, 5(1), 21.

Burton, I., Diringer, E., & Smith, J. (2006). *Adaptation to climate change: international policy options*. Arlington: Pew Center on Global Climate Change.

Challinor, A. J., Watson, J., Lobell, D. B., Howden, S. M., Smith, D. R., & Chhetri, N. (2014). A meta-analysis of crop yield under climate change and adaptation. *Nature climate change*, 4(4), 287-291.

CSE, 2021. Analyse de la vulnérabilité aux changements climatiques des filières cibles dans les régions de Sédhiou, Kolda et Tambacounda. 104 p.

Daigneault, A., Brown, P., & Gawith, D. (2016). Dredging versus hedging: Comparing hard infrastructure to ecosystem-based adaptation to flooding. *Ecological Economics*, 122, 25-35.

Dugué, M. J., Delille, H., & Malgrange, S. (2012). Caractérisation des stratégies d'adaptation au changement climatique en agriculture paysanne. *Etude de capitalisation réalisée sur les terrains de coopération d'AVSF*, 50.

Etwire, P. M., Al-Hassan, R. M., Kuwornu, J. K., & Osei-Owusu, Y. (2013). Application of livelihood vulnerability index in assessing vulnerability to climate change and variability in Northern Ghana. *Journal of Environment and Earth Science*, 3(2), 157-170.

Fadina, A. M. R., & Barjolle, D. (2018). Farmers' adaptation strategies to climate change and their implications in the Zou Department of South Benin. *Environments*, 5(1), 15.

FAO. 2023. Plan national d'adaptation. Vulnérabilité du secteur de l'agriculture face au changement climatique. Cas de la zone de Kolda, Sénégal. Rome, Italy.

Faramarzi, M., Abbaspour, K. C., Vaghefi, S. A., Farzaneh, M. R., Zehnder, A. J., Srinivasan, R., & Yang, H. (2013). Modeling impacts of climate change on freshwater availability in Africa. *Journal of Hydrology*, 480, 85-101.

Faye, A. (2018). Climat et agriculture au Sénégal: Analyse économique de la disponibilité de l'eau d'irrigation dans un contexte de variabilité des précipitations dans les niayes (*Doctoral dissertation, Université Cheikh-Anta-Diop de Dakar*).

Glatzel, K. (2018). What can we learn from rising rice production in Senegal?.

Hanjra, M. A., & Qureshi, M. E. (2010). Global water crisis and future food security in an era of climate change. *Food policy*, 35(5), 365-377.

Hathie, I., Wade, I., Ba, S., Niang, A., Niang, M., Sow, M. K., & Ba, C. O. (2015). Emploi des jeunes et migration en Afrique de l'Ouest (EJMAO). *IPAR, rapport final*.

- Ikawa, H.; Sakai, H.; Chen, C.P.; Soong, T.H.; Yonemura, S.; Taniguchi, Y.; Yoshimoto, M.; Tokida, T.; Zhang, G.; Kuwagata, T.; et al. High mesophyll conductance in the high-yielding rice cultivar Takanari quantified with the combined gas exchange and chlorophyll fluorescence measurements under free-air CO₂ enrichment. *Plant Prod. Sci.* 2019, 22, 395–406. <https://doi.org/10.1080/1343943X.2019.1626253>.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*; Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC): Geneva, Switzerland, 2022.
- Karambiri, H., García Galiano, S. G., Giraldo, J. D., Yacouba, H., Ibrahim, B., Barbier, B., & Polcher, J. (2011). Assessing the impact of climate variability and climate change on runoff in West Africa: the case of Senegal and Nakambe River basins. *Atmospheric Science Letters*, 12(1), 109-115.
- Kingston, G. (2001). Cost benefit analysis in theory and practice. *Australian Economic Review*, 34(4), 478-478.
- Koudahe, K., Kayode, A. J., Samson, A. O., Adebola, A. A., & Djaman, K. (2017). Trend analysis in standardized precipitation index and standardized anomaly index in the context of climate change in Southern Togo. *Atmospheric and Climate Sciences*, 7(04), 401.
- Jalloh, A., Nelson, G. C., Thomas, T. S., Zougmore, R. B., & Roy-Macauley, H. (Eds.). (2013). *West African agriculture and climate change: a comprehensive analysis*. Intl Food Policy Res Inst.
- Khatri-Chhetri, A., Aggarwal, P. K., Joshi, P. K., & Vyas, S. (2017). Farmers' prioritization of climate-smart agriculture (CSA) technologies. *Agricultural systems*, 151, 184-191.
- Liu, T., Ma, Z., Huffman, T., Ma, L., Jiang, H., Xie, H., 2016. Gaps in provincial decision-maker's perception and knowledge of climate change adaptation in China. *Environ. Sci. Policy* 58, 41–51. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2016.01.002>.
- Mabuku, M. P., Senzanje, A., Mudhara, M., Jewitt, G., & Mulwafu, W. (2018). Rural households' flood preparedness and social determinants in Mwandu district of Zambia and Eastern Zambezi Region of Namibia. *International journal of disaster risk reduction*, 28, 284-297.
- Ministère de l'agriculture et de l'équipement rural (MAER), Programme de Relance et d'accélération de la Cadence de l'Agriculture Sénégalaise. Août 2014, 112p.

- Mahe, G. et al., 2013: The rivers of Africa: witness of climate change and human impact on the environment. *Hydrological Processes*, 27 (15), 2105–2114, doi:10.1002/hyp.9813.
- Manzelli, M., E. Fiorillo, M. Bacci, and V. Tarchiani. 2015a. Lowland rice production in southern Senegal (Middle Casamance): Challenges and prospects for sustaining their restoration and development. *Cahiers Agricultures* 24 (5): 301–312. doi:10.1684/agr.2015.0772.
- Martey, E. (2018). Welfare effects of organic fertilizer use in Ghana. *Heliyon* 4(10), 1-26. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2018.e00844>.
- Mbaye, M. L., Hagemann, S., Haensler, A., Stacke, T., Gaye, A. T., & Afouda, A. (2015). Assessment of climate change impact on water resources in the Upper Senegal Basin (West Africa). *American Journal of Climate Change*, 4(01), 77.
- Mugula, V. J., & Mkuna, E. (2016). Farmer's perceptions on climate change impacts in different rice production systems in Morogoro Tanzania.
- Mutenje, M. J., Farnworth, C. R., Stirling, C., Thierfelder, C., Mupangwa, W., & Nyagumbo, I. (2019). A cost-benefit analysis of climate-smart agriculture options in Southern Africa: Balancing gender and technology. *Ecological Economics*, 163, 126-137.
- Ng'ang'a, S. K., Rivera, M., Pamuk, H., & Hella, J. P. (2020). Costs and benefits of climate-smart agriculture practices: Evidence from intercropping and crop rotation of maize with soybean in rural Tanzania.
- Paeth, H., Capo-Chichi, A., & Endlicher, W. (2008). Climate change and food security in tropical West Africa—a dynamic-statistical modelling approach. *erdkunde*, 101-115.
- Pörtner, H.O.; Roberts, D.C.; Adams, H.; Adler, C.; Aldunce, P.; Ali, E.; Begum, R.A.; Betts, R.; Kerr, R.B.; Biesbroek, R.; et al. Food, Fibre, and Other Ecosystem Products. In *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability; Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change; Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC): Geneva, Switzerland, 2022; https://doi.org/10.1017/9781009325844.007*.
- Revesz, R. L., Howard, P. H., Arrow, K., Goulder, L. H., Kopp, R. E., Livermore, M. A., ... & Sterner, T. (2014). Global warming: Improve economic models of climate change. *Nature*, 508(7495), 173-175.
- Roudier, P., Sultan, B., Quirion, P., & Berg, A. (2011). The impact of future climate change on West African crop yields: what does the recent literature say?. *Global environmental change*, 21(3), 1073-1083.
- Ruelland, D., Ardoin-Bardin, S., Collet, L., & Roucou, P. (2012). Simulating future trends in hydrological regime of a large Sudano-Sahelian catchment under climate change. *Journal of Hydrology*, 424, 207-216.

- Sain, G., Loboguerrero, A. M., Corner-Dolloff, C., Lizarazo, M., Nowak, A., Martínez-Barón, D., & Andrieu, N. (2017). Costs and benefits of climate-smart agriculture: The case of the Dry Corridor in Guatemala. *Agricultural Systems*, 151, 163-173.
- Sall, M. (2015). *Les exploitations agricoles familiales face aux risques agricoles et climatiques: stratégies développées et assurances agricoles* (Doctoral dissertation, Université Toulouse le Mirail-Toulouse II). Thomson & Mason, 2018.
- Sène, A., 2018b, Dynamique de l'agriculture péri-urbaine dans la commune de Ziguinchor : cas des quartiers de Kandialang Est et Ouest. Saint-Louis, Revue de géographie du Laboratoire Leïdi, No 18, juin 2018, p. 1-18
- Sène, M. A., & Hamadou, D. I. A. M. A. N. K. A. (2022). Stratégies d'adaptation des acteurs locaux face aux contraintes environnementales et anthropiques de la riziculture dans la commune de Coumbacara (région de Kolda, Sénégal). *Espace Géographique et Société Marocaine*, 1(56).
- Shongwe, P., Masuku, M. B., & Manyatsi, A. M. (2014). Factors influencing the choice of climate change adaptation strategies by households: a case of Mpolonjeni Area Development Programme (ADP) in Swaziland. *Journal of Agricultural Studies*, 2(1), 86-98.
- Shrestha, U. B., Sharma, K. P., Devkota, A., Siwakoti, M., & Shrestha, B. B. (2018). Potential impact of climate change on the distribution of six invasive alien plants in Nepal. *Ecological Indicators*, 95, 99-107.
- Sova, C., Vervoort, J., Thornton, T., Helfgott, A., Matthews, D., & Chaudhury, A. (2015). Exploring farmer preference shaping in international agricultural climate change adaptation regimes. *Environmental Science & Policy*, 54, 463-474.
- Sultan, B., & Gaetani, M. (2016). Agriculture in West Africa in the twenty-first century: climate change and impacts scenarios, and potential for adaptation. *Frontiers in plant science*, 7, 1262.
- Sylla, M. B., Pal, J. S., Faye, A., Dimobe, K., & Kunstmann, H. (2018). Climate change to severely impact West African basin scale irrigation in 2 C and 1.5 C global warming scenarios. *Scientific reports*, 8(1), 14395.
- Tilahun, Y. (2021). The cost and benefit analysis of climate change adaptation strategies among smallholder crop producers in the case of Sekela district, West Gojjam zone, Ethiopia. *Cogent Economics & Finance*, 9(1), 1999590.
- Venema, H. D., Schiller, E. J., Adamowski, K., & Thizy, J. M. (1997). A water resources planning response to climate change in the Senegal River Basin. *Journal of Environmental*

Management, 49(1), 125-155.

Zougmore, R., Partey, S., Ouédraogo, M., Omitoyin, B., Thomas, T., Ayantunde, A., ... & Jalloh, A. (2016). Toward climate-smart agriculture in West Africa: a review of climate change impacts, adaptation strategies and policy developments for the livestock, fishery and crop production sectors. *Agriculture & Food Security*, 5(1), 1-16.

Zhang, G.; Sakai, H.; Tokida, T.; Usui, Y.; Zhu, C.; Nakamura, H.; Yoshimoto, M.; Fukuoka, M.; Kobayashi, K.; Hasegawa, T. The effects of free-air CO₂ enrichment (FACE) on carbon and nitrogen accumulation in grains of rice (*Oryza sativa* L.). *J. Exp. Bot.* 2013, 64, 3179–3188. <https://doi.org/10.1093/jxb/ert154>.

Effet de la Prévalence du Paludisme sur la Productivité Agricole dans les Pays de la CEDEAO

Etayibtalnam Koudjom et Aklesso Yao Grégoire Egbendewe

Boom minier, croissance économique et pauvreté au Burkina Faso

Nongasida Sawadogo, Tibi Didier Zoungrana et Noël Thiombiano

Mesure de la croissance inclusive dans les pays de l'Union Economique et Monétaire Ouest Africaine (UEMOA)

Ndiack Fall et Khady Diaw

Effet des transferts publics sur la croissance économique et la dette au Sénégal

Mame Mor Sène et Alioune Badara Seck

Volume 16 n°1 Juin 2023



**Faculté des Sciences Economiques et
de Gestion
Université Cheikh Anta Diop**